

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“DISEÑO GEOMETRICO Y SISTEMA DE DRENAJE PARA EL CAMINO
VECINAL SAN MIGUEL CORDILLERA DEL CONDOR-ACCESO
PARAISO, DISTRITO NUEVO CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIOJA,
REGION SAN MARTIN”.**

PRESENTADO POR:

Bach. Italo Angulo del Aguila

Bach. Reiler Ely Sánchez Vásquez

ASESOR:

Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado.

PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

TARAPOTO-PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL




TESIS

**“DISEÑO GEOMETRICO Y SISTEMA DE DRENAJE PARA EL
CAMINO VECINAL SAN MIGUEL CORDILLERA DEL CONDOR-
ACCESO PARAISO, DISTRITO NUEVO CAJAMARCA,
PROVINCIA DE RIOJA, REGION SAN MARTIN”.**


PRESENTADO POR :

**Bach. Italo Angulo del Aguila
Bach. Reiler Ely Sánchez Vásquez**

**Sustentado y aprobado ante el honorable jurado
el día 26 de setiembre del 2016**


Ing. Jorge Isaacs RIOJA DIAZ
Presidente


Ing. Nestor Raul SANDOVAL SALAZAR
Secretario


Ing. Msc. Rubén DEL AGUILA PANDURO
Miembro


Ing. Víctor Hugo SANCHEZ MERCADO
Asesor

TARAPOTO – PERÚ

2016

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Angelo del Aguila Italo		
Código de alumno :	073128	Teléfono:	967669705
Correo electrónico :	iandelaguila@gmail.com		DNI: 45094562

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje para el Camino Vecinal Cordillera del Cóndor - Acceso Paraíso, Distrito Nuevo Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín.
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca Central

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

05 / 02 / 2018



Firma de Unidad de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	SANCHEZ VASQUEZ REILER ELY		
Código de alumno :	073138	Teléfono:	984 883082
Correo electrónico :	reiler437@hotmail.com	DNI:	43575341

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	DISEÑO GEOMÉTRICO Y SISTEMA DE DRENAJE PARA EL CAMINO VECINAL CORDILLERA DEL CONDOR - ACCESO PARAISO, DISTRITO NUEVO CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIQUA, REGIÓN SAN MARTÍN
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA"**.


Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca Central

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas

05 / 02 / 2018



Firma de Unidad de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios por brindarme la vida y la fuerza para afrontar las adversidades.

A mis padres, Lidia Vásquez Marín y Israel Sánchez Vásquez, por todo el esfuerzo y la dedicación que hicieron posible mi formación como persona y como profesional.

A mi querida esposa, mis hermosos hijos que son mi fortaleza y el motor para nunca rendirme y seguir adelante.

Para ellos este trabajo.

Reiler Ely Sánchez Vásquez.

A Dios Padre por darme la vida, por darme la sabiduría y fortaleza para afrontar día a día los retos en mi camino.

A mis queridos Padres, Aydee Del Aguila y René Angulo, por el inmenso esfuerzo de ambos que me hicieron una persona de bien para nuestra sociedad, por su apoyo incondicional durante toda mi vida y durante mi formación profesional.

A mi querido hijo Thiago Mattheo, que es mi motor y motivo como mi fortaleza y me anima a seguir siempre adelante.

Para ellos este trabajo.

Ítalo Angulo Del Aguila.

AGRADECIMIENTO

A Dios Padre, por acompañarme todos los días de mi vida.

A todas las personas que hicieron posible en la realización de este trabajo, muchas gracias por su apoyo y enseñanza:

A mis amados padres, mamá, por ser mi ejemplo, por darme todo tu amor durante toda mi vida, por tu enorme sacrificio para sacarme adelante y llevar conmigo siempre tu confianza, tu apoyo y cariño; papá, por ser mi tutor desde mi niñez, por inculcarme una verdadera educación, sin ti no hubiera podido ser lo que soy ahora, un hombre de bien para la sociedad, detrás de este logro estás tú, que este trabajo sea la recompensa a tantos años de su entrega.

A la Universidad Nacional de San Martín por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, porque todos han aportado a mi formación, por sus consejos, sus enseñanzas y más que todo por su amistad.

A mi asesor, el Ingeniero Víctor Hugo Sánchez Mercado por su gran apoyo, dedicando su tiempo y sus sabios conocimientos para la formación de mi proyecto y para la formación de mi persona como profesional.

Algunos están aquí conmigo y otros en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

A todos mis compañeros y amigos que formaron parte de este trayecto y quedarán siempre en mis recuerdos.

*Italo Angulo Del Aguila,
Reiler Ely Sánchez Vásquez.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA

CONTRACARATULA	i
APROBACION DE TEXTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDO	v
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CAPITULO I	01
-------------------------	-----------

I. INTRODUCCION.....	01
1.1 Generalidades.....	01
1.2 Exploración Preliminar Orientando la Investigación.....	04
1.3 Aspectos Generales del Estudio	05
1.3.1 Ubicación Geográfica.....	05
1.3.2 Clima.....	09
1.3.3 Centros Poblados y Área de Influencia	09
1.3.4 Accesibilidad	10
1.3.5 Características Socio Económicas	10
1.3.6 Características Físicas.....	10
1.3.7 Actividades Principales y Niveles de Vida.....	13
1.3.8 Situación Actual	13
1.3.9 Limitaciones	13

CAPITULO II.....	14
-------------------------	-----------

II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes, Planteamiento, Delimitación y Formulación del Problema.....	14

2.1.1	Antecedentes del problema	14
2.1.2	Planteamiento del problema	15
2.1.3	Delimitación del Problema	15
2.1.4	Formulación del Problema	15
2.2	Objetivos: General y Específico	16
2.2.1	Objetivo General	16
2.2.2	Objetivo Específico.....	16
2.3	Justificación de la Investigación.....	16
2.4	Delimitación de la Investigación.....	17
2.5	Marco Teórico	17
2.5.1	Fundamentación Teórico de la Investigación	17
2.5.1.1.	Clasificación de Carreteras	18
2.5.1.1.1.	Clasificación Por Demanda.....	18
2.5.1.1.2	Clasificación Por Orografía.....	19
2.5.1.2.	Derecho de Vía	20
2.5.1.2.1	Naturaleza del Derecho de Vía.....	20
2.5.1.2.2.	Dimensionamiento del Ancho Mínimo del Derecho de Vía para Caminos de bajo Volumen de Transito.....	20
2.5.1.3.	Ensanche de Plataforma.....	21
2.5.1.4.	Elementos del Diseño Geométrico	22
2.5.1.5.	Diseño Geométrico.....	23
2.5.1.5.1	Distancia de Visibilidad	24
2.5.1.6.	Alineamiento Horizontal	25
2.5.1.6.1.	Consideraciones Para el Alineamiento Horizontal	25
2.5.1.6.2.	Curvas Horizontales	27
2.5.1.6.3.	Curvas de Transición	28
2.5.1.6.4.	Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales	29
2.5.1.6.5.	Curvas Compuestas	30
2.5.1.6.6.	El Peralte del Camino	30
2.5.1.6.7.	Sobree ancho de la Calzada en Curvas Circulares	32
2.5.1.7.	Alineamiento Vertical.....	33
2.5.1.7.1.	Consideraciones Para el Alineamiento Vertical	33

2.5.1.7.2. Curvas Verticales	34
2.5.1.7.3. Pendiente	35
2.5.1.8. Sección Transversal.....	36
2.5.1.8.1. Calzada	36
2.5.1.8.2. Berma	37
2.5.1.8.3. Ancho de la Plataforma	38
2.5.1.8.4. Plazoletas	38
2.5.1.8.5. Taludes	38
2.5.1.8.6. Sección Transversal Típica	38
2.5.2 Aspectos Sobre Mecánica de Suelos	39
2.5.2.1. Estudio de Suelos y Canteras.....	39
2.5.2.2. Estudio de Suelos	40
2.5.2.3. Clasificación e Identificación de Suelos	49
2.5.3. Aspectos Topográficos.....	51
2.5.3.1. Alineamiento Horizontal	51
2.5.3.2. Curvas Horizontales	51
2.5.3.2.1 Radios de Diseño	51
2.5.3.2.2 Peralte	53
2.5.3.2.3 Elementos de las Curvas Horizontales	53
2.5.4. Perfil Longitudinal	54
2.5.4.1. Secciones Transversales	55
2.5.4.2. Rasante	56
2.5.4.3. Curvas Verticales	57
2.5.4.4. Pendiente	59
2.5.5. Aspectos Sobre Hidrología y Drenaje.....	61
2.5.5.1. Hidrología y Cálculos Hidráulicos	62
2.5.5.2. Cálculo de Caudal de Diseño	63
2.5.6. Estudio de Impacto Ambiental	64
2.5.6.1. Ventajas	66
2.5.6.2. Inconvenientes	67
2.5.6.3. Metodología de un Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A) de una Carretera.....	67
2.5.6.4. Justificación para el Estudio del Impacto Ambiental	69
2.5.6.5. Objetivo del Estudio del Impacto Ambiental	70

2.5.6.6.	Factores Ambientales del Medio	70
2.6.	Marco Conceptual: Terminología Básica.....	71
2.7.	Marco Histórico.....	75
2.8.	Hipótesis	76
CAPITULO III.	77
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	77
3.1	Materiales	77
3.1.1	Recursos Humanos.....	78
3.1.2	Recursos Materiales.....	78
3.1.3	Recursos de Equipos	79
3.1.4	Otros Recursos	81
3.2	Metodología.....	82
3.2.1	Universo, Muestra, Población.....	82
3.2.1.1	Universo	82
3.2.1.2	Muestra	82
3.2.1.3	Población	83
3.2.2	Sistema de Variables	83
3.2.2.1	Variable Independiente	83
3.2.2.2	Variable Dependiente.....	83
3.2.3	Tipos y Nivel de la Investigación.....	83
3.2.4	Diseño de Instrumentos	83
3.2.4.1	Ámbito Geográfico	83
3.2.4.2	Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos	83
3.2.5	Procesamiento de Información	84
3.2.5.1	Diseño del Pavimento	84
3.2.5.1.1	Método NAASRA	84
3.2.5.1.2	Cálculo del Índice Medio de Tráfico.....	85
3.2.5.1.3	Clasificación de Suelos	85
3.2.6	Análisis de los Resultados	86
3.2.7	Estudio de Impacto Ambiental	87
CAPITULO IV.	89

IV. RESULTADOS	89
4.1 Resultado del Estudio de Tráfico	89
4.2 Trazo en Planta	92
4.3 Diseño del Pavimento	94
4.3.1 Determinación del CBR de Diseño	94
4.3.2 Determinación del espesor del Pavimento	94
4.4 Características Técnicas del Camino Vecinal Mejorado	95
4.5 Drenaje	96
4.6 Ubicación de Canteras	96
4.7 Fuentes de Agua	97
4.8 Botadero	97
CAPITULO V	98
V. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	98
5.1 Análisis de Resultados	98
5.1.1 Ensayos Preliminares	98
5.1.2 Análisis Topográfico	98
5.1.3 Análisis del Sistema de Drenaje	99
5.1.4 Ensayo de Mecánica de Suelos	99
5.1.5 Análisis del Estudio del Impacto Ambiental	99
5.2 Contrastación de la Hipótesis	100
CAPITULO VI	101
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
6.1 Conclusiones	101
6.2 Recomendaciones	102
CAPITULO VII	104
VII. BIBLIOGRAFIA	104
7.1 Referencia Bibliográfica	104
CAPITULO VIII	105

VIII. ANEXOS.....	105
Anexo N°1: Panel Fotográfico.....	106
Anexo N°2: Planos.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Sistema Nacional de Carreteras SINAC	03
Tabla N°02: Red Vial Nacional según Departamentos y por tipo de Superficie de Rodadura, a Setiembre 2013.....	03
Tabla N°03: Red Vial Nacional de la Región San Martín	04
Tabla N°04: Altitud/Clima/Temperatura y Precipitaciones Pluviales por Provincias en la Región San Martín	09
Tabla N°05: Ancho del Derecho de Vía.....	21
Tabla N°06: Dimensiones Mínimas y separaciones Máximas de ensanches de plataforma	22
Tabla N°07: Distancia de Visibilidad de Parada.	24
Tabla N°08: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento	25
Tabla N°09: Ángulos de Deflexión Máximos para los que no se Requiere Curva Horizontal.....	26
Tabla N°10: Necesidad de Curvas de Transición	28
Tabla N°11: Longitud Deseable de la Curva Transición	29
Tabla N°12: Fricción Transversal Máxima en Curvas.....	31
Tabla N°13: Radios Mínimos y Peraltes Máximos	31
Tabla N°14: Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte .	32
Tabla N°15: Sobreancho de Calzada en Curvas Circulares.	33
Tabla N°16: Índice K para el cálculo de la Longitud de Curva Vertical Convexa	35
Tabla N°17: Índice para el cálculo de la Longitud de Curva Vertical Cóncava	35

Tabla N°18:	Pendientes Máximas	36
Tabla N°19:	Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente	37
Tabla N°20:	Índice de Plasticidad.....	44
Tabla N°21:	Contenido Optimo de H ^o y Densidades Secas.	45
Tabla N°22:	Valores Correspondientes a la Muestra Patrón.....	46
Tabla N°23:	Carga Abrasiva, Maquina de los Ángeles	46
Tabla N°24:	Cantidad de Muestra en Gramos	47
Tabla N°25:	Cantidad de Muestra en Gramos según Gradación	48
Tabla N°26:	Porcentaje de Desgaste para Evaluar los resultados del Ensayo de los Ángeles	48
Tabla N°27:	Clasificación de Suelo según Índice de Grupo.....	51
Tabla N°28:	Fricción Transversal Máxima en Curvas	52
Tabla N°29:	Radios Mínimos y Peraltes Máximos.	52
Tabla N°30:	Radios Mínimos Normales	53
Tabla N°31:	Taludes de Relleno	56
Tabla N°32:	Taludes de Corte	56
Tabla N°33:	Pendientes Máximas Normales.....	60
Tabla N°34:	Pendientes Máximas Excepcionales	60
Tabla N°35:	Pendientes Medias Permisibles para Tramos de 10 km.....	61
Tabla N°36:	Dimensiones Mínimas en Cunetas.....	63
Tabla N°37:	Distancia Máxima Recomendable entre Alcantarillas.....	64
Tabla N°38:	Objetivos Principales de un E.I.A. de Carreteras	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°01:	Tasa de Crecimiento de Vehículos.....	85
Cuadro N°02:	Ubicación de Estación de Conteo de Vehículos	90
Cuadro N°03:	Resultados Obtenidos del Conteo de Vehículos.....	91
Cuadro N°04:	Trafico Actual	92
Cuadro N°05:	Espesor de Pavimento Adoptado	95
Cuadro N°06:	Características del Diseño Geométrico	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01	:	Mapa Político del Perú	07
Gráfico N°02	:	Mapa del Departamento de San Martín.....	08
Gráfico N°03	:	Mapa Geológico de la zona del proyecto	11
Gráfico N°04	:	Mapa Sísmico del Perú	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01	:	Detalle Típico de Corte en Tierra y Relleno en Ladera Empinada	39
Figura N°02	:	Elementos de las Curvas Horizontales	54
Figura N°03	:	Curvas Convexas Simétricas	58
Figura N°04	:	Sección Típica de Drenaje Superficial	62
Figura N°05	:	Determinación de Espesor de capa Granular base, mediante el método NAASRA.....	84

ÍNDICE DE PLANOS

Plano de Ubicación	PU – 01
Planta de Ubicación de Cantera	PUC – 01
Plano Clave	PC – 01
Plano de Ubicación de Botadero	UB – 01
Planta y Perfil (1/4)	PP – 01
Planta y Perfil (2/4)	PP – 02
Planta y Perfil (3/4)	PP – 03
Planta y Perfil (4/4)	PP – 04
Secciones Transversales (1/3)	ST – 01
Secciones Transversales (2/3)	ST – 02
Secciones Transversales (3/3)	ST – 03
Planta Perfil, Alcantarillas (1/4)	ALC – 01
Planta Perfil, Alcantarillas (2/4)	ALC – 02
Planta Perfil, Alcantarillas (3/4)	ALC – 03
Planta Perfil, Alcantarillas (4/4)	ALC – 04
Estructuras-Detalles, Alcantarillas (1/2)	ED – 01
Estructuras-Detalles, Alcantarillas (2/2)	ED – 02
Plano de Badén.	B – 01
Detalle de Señales Preventivas	PS – 01
Detalle de Señales Informativas	PS – 02

RESUMEN

La presente tesis tiene por finalidad realizar el diseño geométrico y sistema de drenaje y así mejorar el nivel de transitabilidad, logrando un adecuado acceso a los mercados locales y regionales, ya que en la actualidad la zona presenta un déficit y ausencia de construcción de obras de arte; además con esto lograr la integración distrital y provincial, y tener acceso a los servicios básicos que es fundamental para el desarrollo de las localidades.

La necesidad de mejorar el camino vecinal San Miguel Cordillera del Cóndor-Acceso Paraíso, Distrito Nuevo Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín, es el principal problema a solucionar en el presente trabajo de investigación.

Dentro de los parámetros del mejoramiento surge como necesidad el diseño Geométrico y Sistema de Drenaje, por lo que el autor, pretende dar solución a la necesidad que se ha presentado utilizando las normativas establecidas por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, las cuales rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio, por los órganos responsables de la gestión de infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

El presente estudio contiene indicadores y variables de un estudio socio-económico que respaldan y garantizan la aprobación y posteriormente la ejecución de este proyecto.

Palabras Clave: Diseño Geométrico; Drenaje; camino vecinal.

El Autor

ABSTRACT

The present thesis aims to realize the geometric design and drainage system and thus to improve the level of transitivity, obtaining an adequate access to the local and regional markets, since at present the zone presents / displays a deficit and absence of construction of works of art; In addition to this achieving district and provincial integration, and have access to basic services that is essential for the development of localities.

The need to improve the neighborhood road San Miguel Cordillera del Cóndor-Paraiso Access, New District Cajamarca, Rioja Province, San Martin Region, is the main problem to solve in this research work.

Within the parameters of the improvement, the Geometric Design and Drainage System arises as a necessity. Therefore, the author seeks to solve the need that has been presented using the regulations established by the National Road Infrastructure Management Regulations, which governs At national level and is mandatory, by the bodies responsible for the management of road infrastructure at the three levels of government: National, Regional and Local

The present study contains indicators and variables of a socio-economic study that support and guarantee the approval and subsequent execution of this project

Keywords: geometric design; drainage; neighborhood road



The Author

I INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En la región San Martín la problemática es similar dado a las condiciones accidentadas que conforman las ultimas estribaciones de la cordillera oriental de los andes, donde se pueden evidenciar deficiencias en cuanto la concepción de los caminos vecinales que van desde, diseños geométricos erróneos, pésima o ausente señalización, desgaste profundo de las estructuras y obstáculos visuales en lugares críticos, a lo que se suma las limitaciones económicas de las entidades gubernamentales, que orientan la elaboración de proyectos donde se contemplan trabajos menores y de rehabilitación, en desmedro de estudios que se adecuan a las normas vigentes, siendo estas normas las que contribuyen a diseñar caminos con características de seguridad, comodidad, transitabilidad y eficiencia.

En el sector productivo , se cultivan productos alimenticios de pan llevar de los cuales se abastecen la ciudad de Rioja y que son transportados por un camino vecinal que no ha tenido el debido mantenimiento exhibiendo actualmente un estado de transitabilidad limitado debido al desgaste de la plataforma de rodadura, la falta de obras de arte y sistemas de canalización de precipitaciones pluviales, que son en buena cuenta lo que por efectos de erosión y saturación conllevan al deterioro de la vía.

Es por este motivo que los moradores de la zona encuentran restricciones para trasladar sus productos a los mercados de la ciudad de Rioja, viéndose esta problemática agudizada en épocas de lluvias lo que genera el encarecimiento del transporte, el deterioro de productos de pan llevar que no son transportados a tiempo y la imposibilidad de trasladar personas en caso de tener que atender emergencias médicas, por lo cual se hace necesario proponer su mejoramiento mediante la elaboración de un estudio técnico definitivo.

La función de estas vías es de singular importancia, pues estimulan el progreso de regiones aisladas y deprimidas económicamente, generalmente de buen potencial productivo que, por la carencia o deterioro de los caminos, permanecen inexplorados o con sistemas artesanales de explotación orientados básicamente a cubrir las necesidades de autoconsumo.

La vialidad rural es un elemento de vital importancia para las economías de los Gobiernos Locales toda vez que es un elemento de integración que contribuye al intercambio económico y por lo tanto a la mejora económica de la población, al ordenamiento territorial y en general al desarrollo económico.

Por ello, garantizar una adecuada transitabilidad de la red vial vecinal en las jurisdicciones de los Gobiernos Locales es un objetivo a alcanzar a fin de permitir la mejora de las economías. Ello implica la ejecución de las inversiones estrictamente necesarias, que solucionen verdaderos problemas de las vías, con las tecnologías y costos adecuados.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y carreteras condicionan la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercancías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

La importancia y servicios de las carreteras que demandan el país y la necesidad de adoptarlas a la creciente exigencia de cada uno de los pueblos al interior, motiva hacer estudios de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras, cuya finalidad es obtener carreteras en buen estado de transitabilidad en cualquier época del año.

Estado de las Carreteras

Este es el estado de las carreteras del Perú, ordenadas según la región natural:

Carreteras en la Costa: de muy buena calidad, señalización suficiente y servicios conexos en la mayoría de los casos. La red asfaltada es muy amplia especialmente en las cercanías de las ciudades más pobladas.

Carreteras en la Sierra: de buena calidad con varias vías totalmente asfaltadas y con buenos servicios que permiten traslados seguros a pesar de la agreste geografía, sin embargo se limita a las áreas urbanas principales, siendo predominante aún las carreteras afirmadas, sobre todo en las zonas rurales.

Carreteras en la selva: de muy buena calidad cuando son asfaltadas. Las carreteras afirmadas presentan problemas constantes de mantenimiento debido a la presencia de fuertes lluvias.

Tabla N°01: Sistema Nacional de Carreteras – SINAC

RED VIAL	Pavimentado	%	No Pavimentado	Total General	%	%
RV NACIONAL	15,310	61.3	9,665	38.7	17.7	100
RV DEPARTAMENTAL	2,340	9.7	21,895	90.3	17.2	100
RV VECINAL	1,611	1.8	90,233	98.2	65.1	100
TOTAL	19,261	13.7	121,794	86.3	100.0	100

Fuente: Oficina de Estadística, Oficina General de Planeamiento y Presupuesto OGPP-MTC- Perú

Tabla N°02: Red Vial Nacional según Departamentos y por tipo de Superficie de Rodadura, a Setiembre 2013.

DPTOS	PAVIMENTADA			NO PAVIMENTADA	RVN EXISTENTE	PROYECTADA	TOTAL RVN	% RVN PAVIM.
	Asfaltada	Solución Básica	TOTAL					
AMAZONAS	315	175	489	362	851	33	884	57.5
ANCASH	877	55	932	688	1,621	73	1,693	57.5
APURIMAC	429	148	576	528	1,105		1,105	52.2
AREQUIPA	989		989	446	1,435	65	1,500	68.9
AYACUCHO	572	1	573	1,191	1,764		1,764	32.5
CAJAMARCA	732	212	944	795	1,739	12	1,750	54.3
CALLAO	13		13	0	13		13	100.0
CUSCO	913	253	1,166	653	1,819	184	2,003	64.1
HUANCAVELICA	242	281	523	904	1,427	17	1,444	36.7
HUANUCO	303	250	553	437	990	193	1,182	55.9
ICA	564	8	572	91	663	47	710	86.2
JUNIN	691	243	934	428	1,362	56	1,418	68.6
LA LIBERTAD	504	40	544	700	1,244	100	1,344	43.7
LAMBAYEQUE	378	68	445	22	468	91	558	95.3
LIMA	956	141	1,097	521	1,618	33	1,651	67.8
LORETO	43		43	45	88	43	131	49.0
MADRE DE DIOS	399		399	0	399	625	1,025	100.0
MOQUEGUA	476		476	0	476		476	100.0
PASCO	185	87	272	293	565		565	48.2
PIURA	936		936	438	1,374	22	1,396	68.1
PUNO	1,218	177	1,396	621	2,017	14	2,031	69.2
SAN MARTIN	528	89	617	231	848	127	975	72.7
TACNA	459		459	178	637		637	72.1
TUMBES	138		138	0	138	9	147	100.0
UCAYALI	212	9	221	93	314	141	456	70.3
TOTAL	13,075	2,236	15,310	9,665	24,976	1,884	26,859	61.3
Estructura (%)	52.3	9.0	61.3	38.7	100.0			

Fuente: DS 036-2011-MTC. Actualización al 30.09.2013- Oficina de Estadística – OGPP- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Elaboración: PVN/OPEI/PFISICA

En la tabla N°01 se puede apreciar la clasificación de las carreteras y el total de ellas según la información del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, actualizado hasta setiembre del 2013. En nuestra Región se puede apreciar que aún existen Distritos y centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existieran, en su mayor parte son trochas carrozables que impiden una buena transitabilidad en zona.

En la Región San Martín, en el ámbito de la Provincia de Rioja, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter Nacional así como las

carreteras del sistema Departamental y Vecinal, para que integren la unidad del país y de esta manera facilitar la comunicación y el transporte de los vehículos y personas.

En el siguiente cuadro se muestra la Red Vial Nacional de San Martín, que especifica la longitud total de carreteras asfaltadas y afirmadas, siendo un total de 1601.58 kilómetros de longitud (808.60 kilómetros de asfaltado y 792.98 kilómetros de afirmado).

Tabla N°03: Red Vial Nacional de la Región de San Martín, a Octubre 2013.

ZONA	CODIGO DE RUTA	NOMBRE CARRETERA	LONG. (KM)	TIPO DE SUPERFICIE	
				ASFALT. (KM)	AFIRM (KM)
ALTO MAYO	PE-5N	LV. PTE. RIO NIEVA-MOYOBAMBA-TARAPOTO-LV. PTE. ASPUZANA	628.38	300	328.38
ALTO HUALLAGA	PE-5N	JUANJUI-TOCACHE-LV. VIAL PUENTE ASPUZANA	265	60	205
HUALLAGA CENTRAL	PE-5N	PTO LOPEZ-PICOTA-BELLAVISTA-JUANJUI	98	98	0
HC.BAJO MAYO	PE-5N	JUAN GUERRA-PTO LOPEZ	22	22	
BAJO MAYO	PE-5N	TABALOSOS-TARAPOTO-JUAN GUERRA	53	53	
ALTO MAYO	PE-5N	LV. PTE. RIO NIEVA-MOYOBAMBA-TABALOSOS	187.3	187.3	
ALTO MAYO	PE-08A	SECTOR SAN MARCOS - SORITOR EMP. PE-5N	22.6		22.6
SAN MARTIN-LORETO	PE-05NB	EMP. PE-5N-PONGO-ALIANZA-LV.PAMPA HERMOZA (LORETO)	88.3	88.3	
HUALLAGA CENTRAL	PE-10B	CALEMAR - HUICUNGO-PACHIZA EMP. PE-5N	209	0	209
HUALLAGA CENTRAL	PE-12A	SECTOR CRISNEJAS-UCHIZA-PTO.HUICTE-EMP. PE-5N	28		28
TOTAL			1601.58	808.6	792.98

Fuente: Dirección Regional de Transporte – San Martín actualizado al 16/10/2013 DS. 034-2011-MTC

Entendido así, la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, hemos elaborado el presente trabajo de Tesis, denominando "Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje para el Camino Vecinal Cordillera del Cóndor-Acceso Paraíso, Distrito Nuevo Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín", que durante todo el proyecto se hablará sobre dicho diseño y que generalmente ha servido para carreteras de bajo volumen de tránsito.

1.2 Exploración Preliminar Orientando la Investigación

El desarrollo del trabajo de Tesis pretende desarrollar el "Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje, en el Mejoramiento del Camino Vecinal Cordillera del cóndor-Acceso

Paraíso, Distrito Nuevo Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín", en base a los trabajos de campo y gabinete respaldados por los fundamentos teóricos que intervienen en el proyecto como son: Topografía, Mecánica de Suelos, Hidrología, Impacto Ambiental, Drenaje Vial y Presupuesto debidamente optimizado.

Este proyecto de Tesis abarca el diseño geométrico y sistema de drenaje en el tramo mencionado, ya que se han hecho estudios de Mecánica de Suelos, estudios de tráfico, siendo un camino de bajo volumen de tránsito, este diseño geométrico y sistema de drenaje pretende mejorar la transitabilidad en la zona aplicando para el diseño las diferentes normas vigentes para este tipo de caminos, siendo así la aportación para poder realizar un trabajo de calidad y a un costo accesible.

Con el paso del tiempo y las continuas lluvias, la superficie de rodadura de la vía se encuentra desgastada por la erosión laminar a consecuencia de las lluvias, y el tránsito liviano y semi pesado se ve limitado, por ello se ha optado hacer estudios previos definitivos que servirán para el desarrollo y realización del proyecto, que conlleva indefectiblemente a mejorar la subrasante y la estructura de las terracerías, elevar el nivel de rasante en ciertos tramos que son susceptibles a inundaciones, también el mejoramiento y construcción de obras de arte y drenaje, construcción de obras de protección para algunas alcantarillas, y dotarlo de cunetas sin revestir.

El proyecto definitivo al ser ejecutado pretende mejorar las condiciones socioeconómicas de la población beneficiada e incorporarse al sistema de caminos vecinales de la Red Vial Regional y Nacional.

Por ello, la población beneficiaria y autoridades locales, recurren a la Municipalidad Provincial de Rioja a fin de obtener una respuesta a la necesidad de recuperar la transitabilidad vehicular permanente, a fin de solucionar el acceso y traslado de la producción agrícola hacia los mercados y fomentar la integración en la zona.

1.3. Aspectos Generales del Estudio

1.3.1 Ubicación Geográfica

El tramo en materia del presente estudio tiene el punto de inicio del trazo se encuentra en el caserío de San Miguel, en la Progresiva 00+000, continua hacia el caserío Acceso Paraíso en la progresiva 1+641.00, y un segundo tramo inicia a 300 m del caserío de San Miguel (progresiva 0+000) y sigue hacia el caserío de Cordillera del Cóndor en la

progresiva 1+180.00 En todo el tramo el eje atraviesa una topografía accidentada y ondulada.

Localidades:	San Miguel, Cordillera del cóndor, Acceso Paraíso.
Distrito:	Nueva Cajamarca
Provincia:	Rioja
	San Martín

Aspecto Cartográfico

<u>Punto Inicial</u>	:	San Miguel
Altitud	:	912.64 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9'353,572.21
Coordenadas UTM Este	:	236,599.95
<u>Punto Final</u>	:	Acceso Paraíso
Altitud	:	920.78 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9'354,314.36
Coordenadas UTM Este	:	237,358.89
<u>Punto Inicial</u>	:	San Miguel (desvió a Paraíso)
Altitud	:	920.68 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9'353,465.54
Coordenadas UTM Este	:	236,884.31
<u>Punto Final</u>	:	Cordillera del Cóndor
Altitud	:	945.90 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9'352,826.94
Coordenadas UTM Este	:	236,876.37

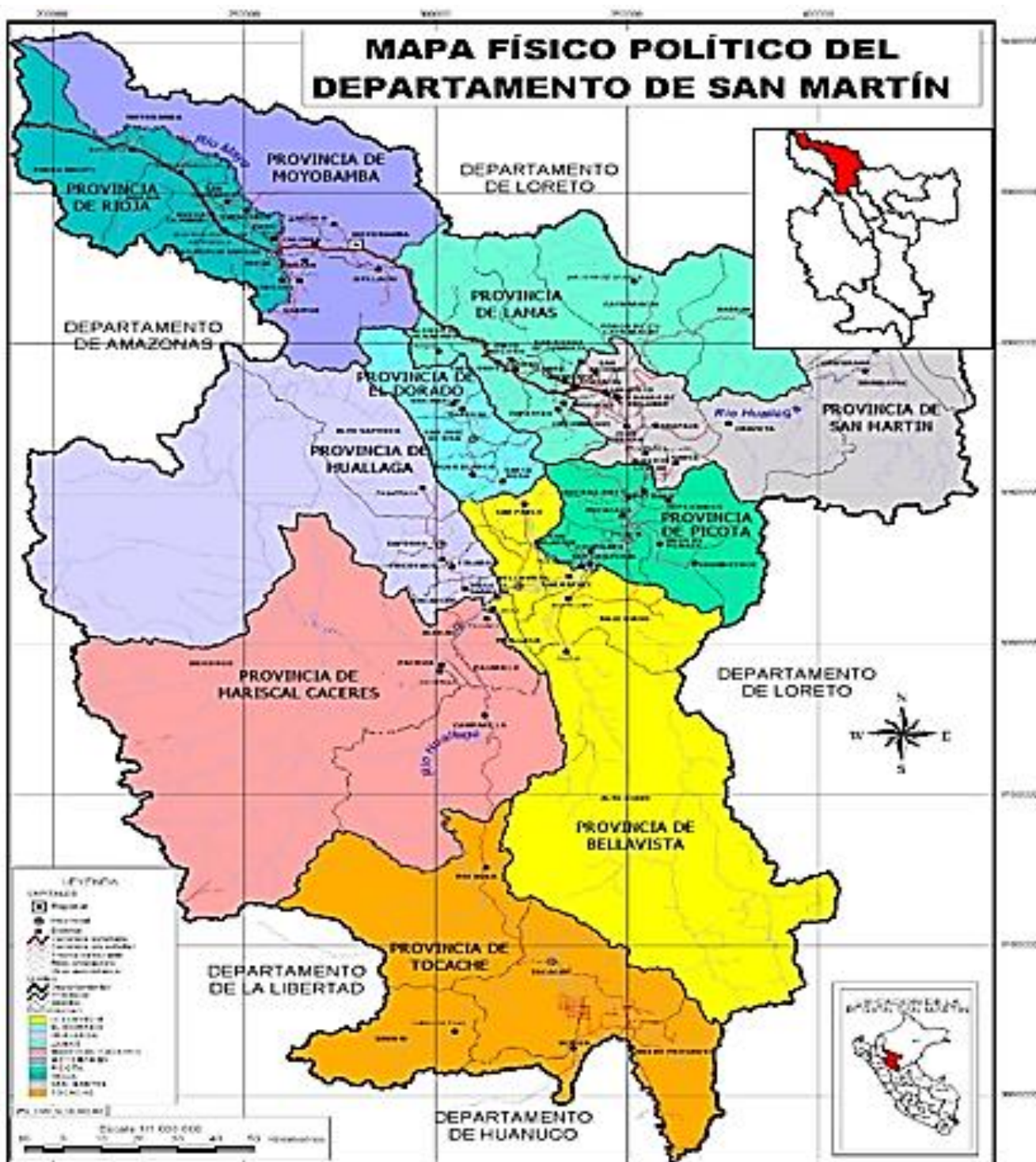
El proyecto vial según la jurisdicción pertenece al sistema Vecinal y según su servicio pertenece a una carretera de Tercera Clase.

Gráfico N°01: Mapa Político del Perú



Fuente: Gobierno Regional de San Martín

Gráfico N°02: Mapa Del Departamento De San Martin



Fuente: Gobierno Regional de San Martín

1.3.2 Clima

La temperatura promedio máximo de todos los meses es de los 33° Celsius y promedio mínimo de los 23° Celsius; las precipitaciones superan los 1200 mm. En el Valle de este Distrito se encuentran gran cantidad de plantas cultivables y útiles; como también una gran variedad de maderas que necesitan un alto porcentaje de calor y humedad.

Según los criterios de clasificación de Leslie Holdridge (1907- 1999), la zona en estudio es Cálido Tropical y presenta los tipos de clima según la altitud del Camino (800 m.s.n.m. a 1000 m.s.n.m) presenta características de Bosque Tropical (bh-PT) donde la biotemperatura media anual máxima es de 24.00 °C. Cabe recalcar que los meses normalmente considerados como verano son: Julio, Agosto.

Tabla N° 04: Altitud/Clima/Temperatura y Precipitaciones Pluviales por Provincias en la Región San Martín.

Localidades	Altitud (msnm)	Clima	Temperatura			Precipitación Pluvial Media Anual (mm)
			MAX (°C)	MED (°C)	MIN. (°C)	
Moyobamba	860	Húmedo, templado y cálido	34.	22.0	10.1	1512.0
Rioja	842	Húmedo y semi-cálido	27.	24.0	14.4	1668.0
Lamas	809	Ligeramente húmedo y semi cálido	29.	22.9	17.2	1469.7
Tarapoto	333	Semi-seco y cálido	35.	26.2	13.3	1213.0
Picota	415	Seco y cálido	36.	27.0	14.0	937.0
Bellavista	249	Seco y cálido	34.	26.0	18.0	926.6
Saposo	307	Ligeramente húmedo y cálido	34.	22.0	14.0	1589.3
Juanjuí	273	Semi – seco y cálido	35.	26.5	15.1	1438.1
Tocache	470	Cálido húmedo	38.	28.0	16.0	2367.0
San José de Sisa	600	Semi – seco y cálido	32.	24.8	17.2	1100.0

Fuente: CORDESAM. “Diagnóstico del Departamento de San Martín”. Moyobamba. 1988. (Del Documento Estudios y Evaluación de Recursos Naturales – ONERN)

1.3.3 Centros Poblados y Área de Influencia

El área de influencia es el corredor a lo largo del camino dentro del cual la población utiliza el camino para su desplazamiento y la realización de actividades económicas y sociales, considerándose áreas de influencia Directa e Indirecta. El Área de Influencia Directa (AID), es una faja de 100 m de ancho (50 m a cada lado del eje) a lo largo de la vía en estudio; en tanto que el Área de Influencia Indirecta, 2.5 Km a cada lado de la vía.

El área de influencia de la carretera abarca los Caseríos de San Miguel, Acceso Paraíso y Cordillera del Cóndor: según el último censo realizado en 2005 - 2006, la población de las localidades beneficiarias es de 711 personas distribuidas como sigue:

POBLACIÓN:

LOCALIDAD	NIVEL	TOTAL
San Miguel y Acceso Paraíso	Caserío	491
Cordillera del Cóndor	Caserío	220

1.3.4 Accesibilidad

Se realiza en la intersección con la carretera asfaltada Fernando Belaúnde Terry, vía principal de comunicación nacional, tramo de carretera que conduce a Rioja.

Para vía aérea, Rioja cuenta con un aeropuerto para pequeñas aeronaves de poca capacidad como avionetas y también como vía principal de llegada de aeronaves de gran tonelaje. Sin embargo el acceso de mayor importancia se da a través de la ciudad de Tarapoto, a unos 135 Km. de la ciudad de Rioja.

1.3.5 Características Socio Económicas

La población beneficiada son gente del centro poblado, casi el 90% tiene acceso a los servicios básicos (agua potable, desagüe, luz eléctrica, salud y educación).

En términos generales la producción agropecuaria en la actualidad está orientada a la explotación de pequeñas extensiones de cultivos transitorios y permanentes, tales como: plátano, yuca, arroz, etc.; cuya producción está destinada en su mayor parte al auto consumo.

Por otro lado, la actividad pecuaria y piscicultura tiene carácter empresarial, es decir, circunscribiéndose básicamente a una crianza de ganado vacuno y porcino los cuales están aclimatados a la zona.

1.3.6 Características Físicas

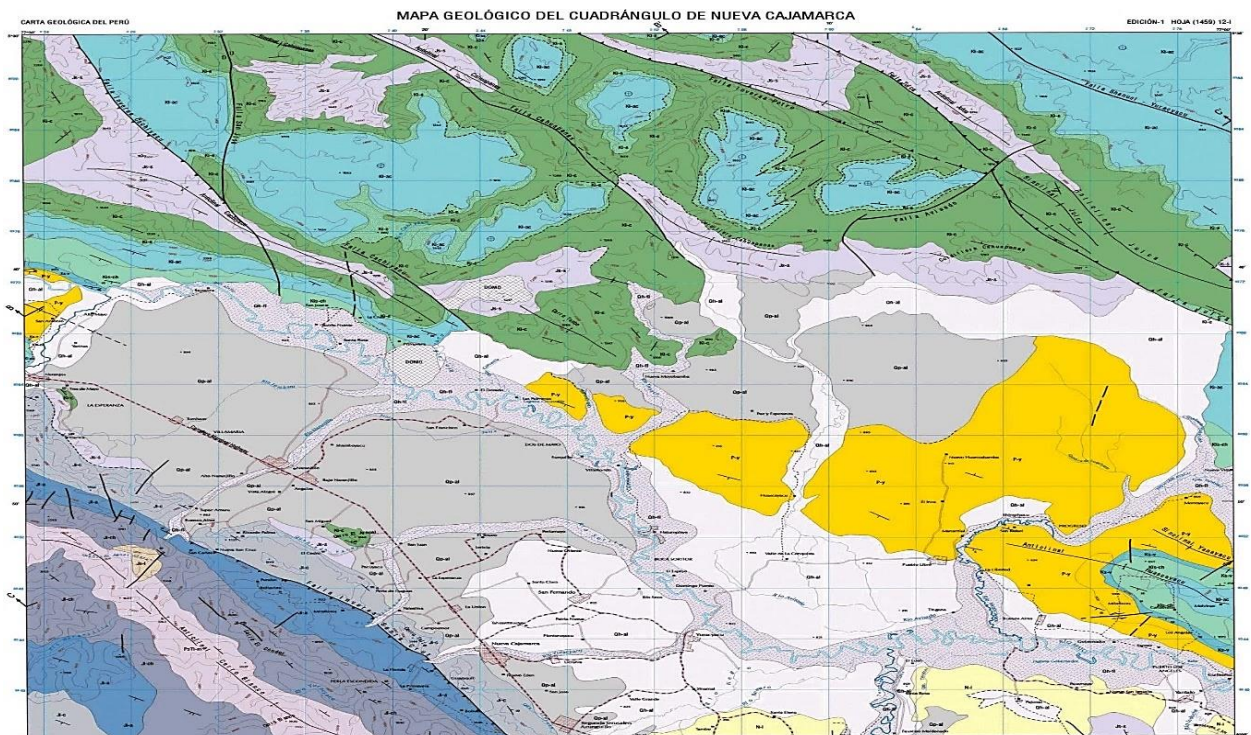
Los rasgos geomorfológicos están estrechamente controlados por las estructuras resultantes de los procesos tectónicos recientes y el tipo de litología. Así como los eventos más recientes que son los que han dado la geomorfología actual.

Según INGEOMIN-1975, Esta región se ubica en la zona morfo-estructural llamada Faja Subandina (Selva Alta), donde afloran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas de origen continental, tectonizadas por pliegues y fallas a fines del Terciario y durante el

Cuaternario. El ámbito geomorfológico de esta región es de singular importancia; en ella tiene su más amplio desarrollo la zona de deformación subandina, constituyendo una zona geodinámicamente muy activa y reciente (interna y externa).

En la región se diferencian nítidamente tres unidades macrogeomorfológicas o grandes bloques morfo-estructurales: La Cordillera Oriental, la Faja Sub-Andina (IGN, 1982) y la Depresión Amazónica Oriental o Selva Baja.

Gráfico N°03: Mapa Geológico de la zona del proyecto.



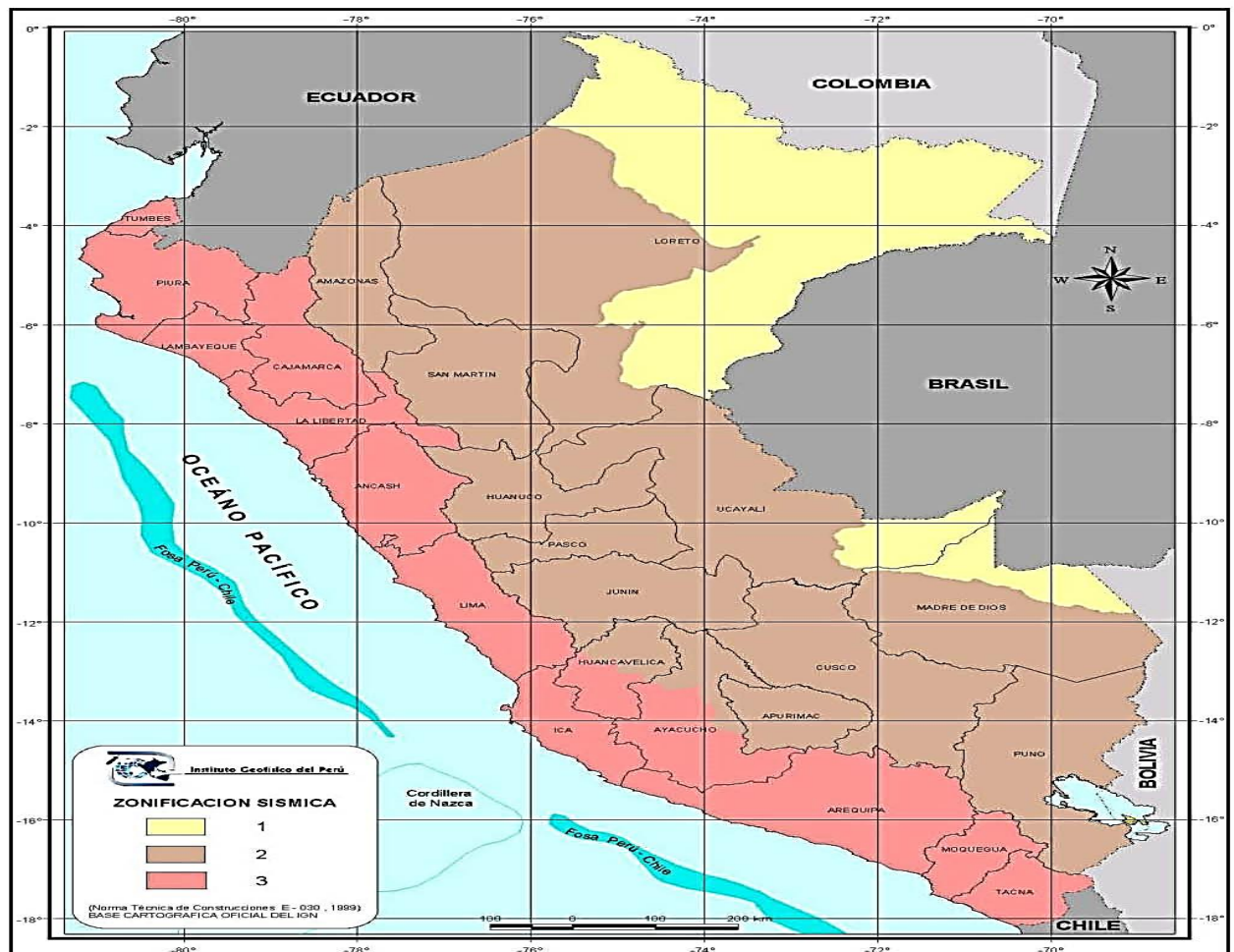
Fuente: INGEMMET, Perú, cuadrángulo de Nueva Cajamarca (12 h), 1997

LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos fluviales	Qh-s		
			Depósitos aluviales	Qh-al		
		PLEISTOCENA	Depósitos aluviales	Qp-al		
	NEÓGENO	PLIOCENA	Formación Ipururo	N-l		
	PALEÓGENO	EOCENA				
PALEOCENA		Formación Yahuarango	P-y			
MESOZOICA	CRETÁCEO		Formación Cachiyacu-Huchpayacu	Ks-c,h		
		SUPERIOR	Formación Vivian	Ks-v		
			Formación Chonta	Ks-ch		
		INFERIOR	Formación Agua Caliente	Ki-ac		
			Formación Esperanza	Ki-e		
			Formación Cushebetay	Ki-c		
	JURÁSICO	SUPERIOR	Formación Sarayagullo	Js-s	Js-l	
		INFERIOR	Formación Condorsinga	Ji-c		
			Formación Aramachay	Ji-e		
		TRIÁSICO	INFERIOR	Formación Chamberá	Ji-ch	
	PALEOZOICA	PÉRMICO	SUPERIOR	Grupo Mito	PsTr-m	

Fuente: INGEMMET, Perú, cuadrángulo de Nueva Cajamarca (12 h), 1997

Gráfico N°04: Mapa Sísmico del Perú



Fuente: Base Cartográfica Oficial del IGN (Norma Técnica de construcción E030 – 1989)

1.3.7 Actividades Principales y Niveles de Vida

La población beneficiada son gente de la ciudad, casi el 90% tiene acceso a los servicios de agua potable, desagüe y salud.

En términos generales la producción agropecuaria actual está orientada a la explotación de pequeñas extensiones de cultivos transitorios y permanentes, tales como: plátano, yuca, arroz, etc.; cuya producción está destinada en su mayor parte al autoconsumo. Por otro lado, la actividad pecuaria y piscicultura tiene carácter empresarial, circunscribiéndose básicamente a una crianza de ganado vacuno y porcino los cuales están aclimatados a la zona.

1.3.8 Situación Actual

Para el presente estudio tomó el tramo del Km. 00+000 al Km. 1+461 (tramo San Miguel – Acceso Paraíso) y el tramo del Km. 00+000 al Km. 1+180 (tramo San Miguel – Cordillera del Cóndor)

Dichos caminos pasan por laderas deleznales y atraviesa riachuelos en varios puntos, siendo éstos un riesgo para el transporte de los productos pero sobre todo para la integridad física de las personas quienes lo transitan diariamente.

1.3.9 Limitaciones

Para el desarrollo no se ha tenido ninguna limitación toda vez que se pudo conseguir todos los datos de campos suficientes para la elaboración del estudio definitivo.

II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes, Planteamiento, Delimitación y Formulación del Problema.

2.1.1 Antecedentes del Problema

Las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos.

En la Región de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

La construcción de la infraestructura vial energética que se viene implementando en la provincia de Rioja, permitirá generar mejores ventajas competitivas y la articulación física del espacio regional al interior, como en su relación con el resto del país. Sin embargo es necesario tener presente que la unificación y construcción del espacio regional no solo depende de la infraestructura, sino de la mayor o menor participación de los diversos espacios amazónicos en las redes económicas e institucionales a nivel nacional.

Del análisis de la información cartográfica y del reconocimiento del terreno efectuado, se infiere que el alineamiento propuesto para la carretera es el más conveniente desde el punto de vista social y agropecuarios, se ha comprobado también que el mejoramiento de la carretera cumple con los requisitos establecidos en las Normas Peruanas de Carreteras para la buena práctica de Ingeniería Vial.

Para este tipo de vía (Sistema Vecinal), no son aplicables para el Manual de Diseño Geométrico de carreteras – DG 2001, por lo que se optó tomar en consideración la NPDC emitida por el MTC y las Normas Vecinal, que se tiene como único elemento de consulta para el diseño respectivo.

El Gobierno a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Provias Descentralizado, con financiamiento del BIF y el BID se ha fijado metas concretas; para ello ha instalado políticas institucionales, una de ellas consiste incrementar la inversión prioritaria en el Mantenimiento Periódico de la infraestructura rural de transporte que haga posible la reactivación económica del país considerando que el medio más eficaz para la integración y consolidación de espacios económicos y la consiguiente irradiación

de efectos sobre las áreas de influencia inmediata, los constituyen los ejes de desarrollo ligados fundamentales por una infraestructura principal de accesibilidad a los centros de producción. Los ejes de desarrollo constituirán con sus áreas de influencia, espacios territoriales sujetos a tratamiento, definidos por vinculaciones físicas y económicas de intercambio, con influencia y dinámica expansiva sobre espacios mayores.

En los últimos años, las condiciones sociales, la producción general y particularmente en las zonas rurales se han visto afectadas por el deterioro de los accesos a las zonas productoras y poblaciones rurales, que dependen fundamentalmente de las carreteras y caminos vecinales del ámbito rural; pues por efecto multiplicador va deteriorando la calidad de vida de estas, con el alza incontrolable de tarifas, fletes y pérdidas considerables de la producción agropecuaria.

2.1.2 Planteamiento del Problema

El tramo de carretera existente entre el sector de SAN MIGUEL - CORDILLERA DEL CÓNDOR – ACCESO PARAISO en el Distrito de Nueva Cajamarca presenta en la actualidad problemas de deslizamiento en las zonas que existe deforestación sobre la plataforma de rodadura, esto debido a la estratigrafía del suelo, la cual tiene fallas geológicas debido a que la napa freática humedece constantemente el terreno de fundación lo cual permite la socavación del suelo, razón por la cual siempre tiende a deslizarse, además por el mal estado que se encuentra dicha vía solamente es transitable en época de verano, no permitiendo sacar sus productos a los mercados regionales y nacionales.

2.1.3 Delimitación del Problema

El Camino Mejoramiento del camino vecinal San Miguel – Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso, Distrito Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín, que se inicia en el Caserío de San Miguel y se divide en dos ramales hacia el caserío Cordillera del Cóndor y el Caserío Acceso Paraíso”. permitirá facilitar el tránsito vehicular de la zona, propiciando el desarrollo de los pueblos involucrados, a través de la cual, los pequeños y medianos agricultores, madereros o ganaderos podrán trasladar sus productos hacia los mercados de comercialización en cualquier época del año con la mayor facilidad del caso.

2.1.4 Formulación del Problema

Los pobladores del sector San Miguel – Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso, Distrito Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín, tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Arq° Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

De qué manera es necesario responder la siguiente interrogante: ¿Es factible mejorar las condiciones socio económicas de la población San Miguel – Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso desarrollando el estudio del Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje del Camino Vecinal San Miguel – Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso.?

2.2 Objetivos: General y Específico

2.2.1 Objetivo General

Realizar Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje del Camino Vecinal SAN MIGUEL CORDILLERA DEL CONDOR-ACCESO PARAISO, DISTRITO NUEVO CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIOJA, REGION-SAN MARTIN.

2.2.2 Objetivos Específicos

Elaborar el estudio Socio - Económico y cultural de las Comunidades que se encuentran en el Área de influencia del Proyecto.

Elaborar los Estudios de Ingeniería, (Topografía, Mecánica de suelos, Geología e Hidrología), para el diseño de los tramos propuestos.

Calcular el índice de tráfico y el tipo de tráfico en los tramos.

2.3 Justificación de la Investigación

El estudio del Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje del camino vecinal San Miguel Cordillera del cóndor – Acceso Paraíso permite que la población inmersa en el área de influencia del proyecto cuente con un instrumento de gestión a fin de poder procurar su financiamiento a fin de mejorar el acceso a los principales mercados para comercializar sus productos, así como disminuir los costos de mantenimiento de los vehículos que realizan transporte a la zona. Estos elementos mejorados contribuyen a elevar los niveles de vida de la población involucrada.

Si bien es cierto que el estudio no plantea temas nuevos del conocimiento sobre el diseño geométrico de caminos vecinales, sin embargo, contribuye a incrementar el acervo documentario relacionado a la construcción de caminos vecinales, teniendo en cuenta que cada tramo en ejecución tiene sus propias particularidades.

La propuesta basada en el estudio técnico de Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje del camino vecinal **San Miguel Cordillera del cóndor – Acceso Paraíso**, contempla las recomendaciones técnicas y procedimientos contenidas en las normas nacionales, partiendo desde la identificación de la problemática de parte de los actores involucrados, pasando por los estudios técnicos y ambientales, hasta concluir con la propuesta de Diseño.

La presente Investigación se encuentra justificada por lo siguiente:

Bien sabemos que el transporte es una de las principales actividades que integra a los pueblos y logra el desarrollo Socio - Económico cumpliendo principalmente los siguientes roles:

Apoyo al Proceso Productivo.- Integrando los centros de producción con las principales mercado de abastos, posibilitando la comercialización interna y externa.

Servicios a la Población.- Facilitando a las personas su acceso a los servicios sociales culturales y Centros de Comercialización.

Integración Interna.- Interconectando los diferentes espacios socio - económicos en base al establecimiento de la infraestructura vial de manera de incorporar zonas de fronteras económicas insuficientemente desarrolladas a la economía nacional.

2.4 Delimitación de la Investigación

La presente Investigación está delimitada por el área del estudio a realizarse en este caso en el Camino Vecinal San Miguel Cordillera del cóndor – Acceso Paraíso, tramo del Km. 00+000 al Km. 1+461 (tramo San Miguel – Acceso Paraíso) y el tramo del Km. 00+000 al Km. 1+180 (tramo San Miguel – Cordillera del Cóndor) Distrito Nuevo Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín y se circunscribe al área delimitada por la vía de dicho camino más la franja dentro del derecho de vía a ambos costados, según sea necesario.

2.5 Marco Teórico

2.5.1. Fundamentación Teórica de la Investigación.

2.5.1.1 Clasificación de Carreteras.

2.5.1.1.1 Clasificación Por Demanda.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Segunda Clase

Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto

con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

Trochas Carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

2.5.1.1.2 Clasificación Por Orografía.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la Orografía predominante del terreno por donde discurre su trazado en:

Terreno plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de

tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

Terreno accidentado (tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

2.5.1.2 Derecho de Vía.

Según el MTC-Peru, se tiene lo siguiente:

2.5.1.2.1 Naturaleza del Derecho de Vía.

El Derecho de Vía es la franja de terreno de dominio público, definida a lo largo y a ambos lados del eje de la vía, por la autoridad competente. En el derecho de la vía se ubican las calzadas de circulación vehicular, las bermas, las estructuras complementarias de las vías, las zonas de seguridad para los usuarios de las vías, las áreas necesarias para las intersecciones viales, estacionamientos vehiculares en las vías públicas, las estructuras de drenaje y de estabilización de la plataforma del camino y de los taludes del camino, la señalización vial del tránsito, los paraderos de transporte público, las áreas que permiten tener distancias de visibilidad segura para la circulación de las personas y vehículos, etc; y todo lo necesario, para que la vía incorpore áreas para el tratamiento ambiental paisajista cuando sea necesario. Dentro del ámbito del Derecho de Vía, de dominio público, se prohíbe la colocación de publicidad comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente.

2.5.1.2.2 Dimensionamiento del Ancho Mínimo del Derecho de Vía para caminos de bajo volumen de tránsito.

El ancho mínimo debe considerar la Clasificación Funcional del Camino, en concordancia con las especificaciones establecidas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras

DG-2001 del MTC del Perú, que fijan las siguientes dimensiones:

Tabla N°05: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Ancho del Derecho de Vía.

DESCRIPCIÓN	Ancho mínimo absoluto *
Rutas Nacionales (RN) del Sistema Nacional de Carreteras	15 m
Carreteras Departamentales (CD)	15 m
Caminos Troncales Vecinales	15 m
Caminos Rurales Alimentadores	15 m

* 7.50 m a cada lado del eje

La faja de dominio dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá como mínimo, para carreteras de bajo volumen de tránsito un (1.00) metro, más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyan. La distancia mínima absoluta entre pie de taludes o de obras de contención y un elemento exterior será de 2.00 m. La mínima deseable será de 5.00 m.

2.5.1.3 Ensanche de Plataforma.

Según el MTC-Perú . En las carreteras donde las bermas tengan anchos menores a 2,60 m, se deberá prever como medida de seguridad vial, áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera (en forma alternada), destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. Los ensanches deben diseñarse contemplando transiciones de ingreso y salida.

Las dimensiones mínimas y separación máximas de ensanches de plataforma, se muestran en la **Tabla N° 06**.

Tabla N°06: MTC-Perú, Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014, D.S. N° 03 4-2008-MTC, Dimensiones Mínimas y Separaciones Máximas de ensanches de Plataforma.

Orografía	Dimensiones mínimas		Separación máxima a cada lado (m)		
	Ancho (m)	Largo (m)	Carretera de Primera Clase	Carretera de Segunda Clase	Carretera de Tercera Clase
Plano	3,0	30,0	1.000	1.500	2.000
Ondulado	3,0	30,0	1.000	1.500	2.000
Accidentado	3,0	25,0	2.000	2.500	2.500
Escarpado	2,5	25,0	2.000	2.500	2.500

Podrán diseñarse áreas de ensanche de la plataforma o cercanas a esta, denominadas “Miradores Turísticos”, las cuales, por seguridad vial, deben contar con ingresos y salidas y/o transiciones, según corresponda.

2.5.1.4 Elementos del Diseño Geométrico.

Según el MTC-Perú, Los elementos que definen la geometría del camino son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada;
- b) La distancia de visibilidad necesaria;
- c) La estabilidad de la plataforma del camino, de las superficies de rodadura, de puentes, de obras de arte y de los taludes; y
- d) La preservación del medio ambiente

En la aplicación de los requerimientos geométricos que imponen los elementos mencionados, se tiene como resultante el diseño final de un proyecto de camino o carretera estable y protegida contra las inclemencias del clima y del tránsito.

Para el buen diseño de un camino de bajo volumen de tránsito se consideran claves las siguientes prácticas:

Limitar al mínimo indispensable el ancho del camino para restringir el área alterada.

Evitar la alteración de los patrones naturales de drenaje.

Proporcionar drenaje superficial adecuado.

Evitar terrenos escarpados con taludes de más de 60%.

Evitar problemas tales como zonas inundadas o inestables.

Mantener una distancia de separación adecuada con los riachuelos; y optimizar el número de cruces de cursos de agua.

Minimizar el número de contactos entre el camino y las corrientes de agua.

Diseñar los cruces de quebradas y ríos con la suficiente capacidad, con protección de las márgenes contra la erosión, y permitiendo, de ser el caso, el paso de peces en todas las etapas de su vida.

Evitar la constricción del ancho activo de los riachuelos, ríos y cursos de agua (ancho con el caudal máximo).

Conseguir una superficie de rodadura del camino estable y con materiales físicamente sanos.

Instalar obras de subdrenaje donde se necesite, identificando los lugares activos durante la estación de lluvias.

Reducir la erosión colocando cubiertas vegetales o físicas sobre el terreno en cortes, terraplenes, salidas de drenajes y cualquier zona expuesta a corrientes de agua.

Usar ángulos de talud estables en cortes y rellenos.

Usar medidas de estabilización de taludes, de estructuras y de obras de drenaje conforme se necesiten y sea económicamente seleccionada.

Aplicar técnicas especiales al cruzar terrenos agrícolas, zonas ribereñas, y cuando se tienen que controlar las quebradas.

Proporcionar un mantenimiento debidamente planeado y programado.

Cerrar o poner fuera de servicio a los caminos cuando no se usen o cuando ya no se necesiten.

2.5.1.5 Diseño Geométrico.

Según el MTC-Perú, se tiene los siguientes:

2.5.1.5.1 Distancia de Visibilidad.

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior, en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a un camino de mayor importancia.

Visibilidad de Parada.

Distancia de visibilidad de parada, es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la Visibilidad de Parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante del camino.

Tabla N°07: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Distancia de Visibilidad de Parada (metros).

Velocidad Directriz (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en Subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6% y para velocidades directrices mayores de 70 km/hora.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En el Cuadro N° 07 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En caminos de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada.

Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

Visibilidad de Adelantamiento.

Distancia de visibilidad de Adelantamiento (paso), es la mínima distancia que debe ser visible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m.

La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible, del camino cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, en el costo de construcción.

La distancia de Visibilidad de Adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en el Cuadro N° 08.

Tabla N°08: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Distancia de Visibilidad de Adelantamiento.

Velocidad Directriz Km/h	Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540

2.5.1.6. Alineamiento Horizontal.

2.5.1.6.1 Consideraciones para el Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección, el trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez controla la distancia de visibilidad.

Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse, el empleo de curvas con radio mínimo. En general se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente larga, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado, y la fatiga de los conductores durante el día.

Al término de tangentes largas, donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos sea mayor que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios.

Deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión. En el Cuadro N° 09 se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

Tabla N°09: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Ángulos de Deflexión Máximos para los que no se requiere curva Horizontal.

Velocidad Directriz Km/h	Deflexión Máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'
70	1° 20'
80	1° 10'

Para evitar la apariencia de alineamiento quebrado o irregular, es deseable que, para ángulos de deflexión mayores a los indicados en el Cuadro N° 09 la longitud de la curva sea por lo menos de 150 m. Si la velocidad directriz es menor a 50 km/h y el ángulo de deflexión es mayor que 5°, se considera como longitud de curva mínima deseada la longitud obtenida con la siguiente expresión $L = 3V$ (L = longitud de curva en metros y V = velocidad en km/hora). Deben evitarse longitudes de curvas horizontales mayores a 800 metros.

Se evitará, en lo posible, los desarrollos artificiales. Cuando las condiciones del relieve del terreno hagan indispensable su empleo, el proyectista hará una justificación de ello. Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando la superposición de varias de ellas sobre la misma ladera. Al proyectar una sección de carretera en desarrollo, será, probablemente, necesario reducir la velocidad directriz.

Las curvas horizontales permitirán, cuando menos, la visibilidad igual a la distancia de parada según se muestra en el Cuadro N° 07.

Deben evitarse los alineamientos reversos abruptos. Estos cambios de dirección en el alineamiento hacen que sea difícil para los conductores mantenerse en su carril.

También es difícil peraltar adecuadamente las curvas. La distancia entre dos curvas reversas deberá ser por lo menos la necesaria para el desarrollo de las transiciones de peralte.

No son deseables dos curvas sucesivas del mismo sentido, cuando entre ellas existe un tramo corto, en tangente. En lo posible se sustituirán por una sola curva, o se intercalará una transición en espiral dotada de peralte.

El alineamiento en planta deberá satisfacer, las condiciones necesarias de visibilidad de adelantamiento, en tramos suficientemente largos y con una frecuencia razonable a fin de dar oportunidad a que un vehículo adelante a otro.

2.5.1.6.2 Curvas Horizontales.

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En la tabla N° 13 se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

2.5.1.6.3 Curvas de Transición.

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente, a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición. Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el Cuadro N° 10, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Tabla N°10: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Necesidad de Curvas de Transición.

Velocidad directriz Km/h	Radio m
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380

Cuando se use curva de transición la longitud de la curva de transición no será menor que L_{min} ni mayor que L_{max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{min} = \frac{0.0178 V^3}{R}$$

$$L_{max} = 5R^{0.5}$$

R = Radio de la curvatura horizontal

L min. = Longitud mínima de la curva de transición

L max. = Longitud máxima de la curva de transición en metros

V = Velocidad directriz en Km/h.

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en la Tabla N° 11.

Tabla N°11: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Longitud deseable de la curva Transición.

Radio de curva circular (m)	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44

2.5.1.6.4 Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales.

La distancia de Visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales) en el lado interno de una curva horizontal, se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad deberá ser por lo menos igual a la distancia de parada correspondiente, y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la expresión siguiente:

2.5.1.6.5 Curvas Compuestas.

$$M = R \left(1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right)$$

M = Ordenada media o ancho mínimo libre

R = Radio de la curva horizontal

S = Distancia de visibilidad

En general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva.

En casos excepcionales podrán usarse curvas compuestas o curvas policéntricas de tres centros. En tal caso el radio de una no será mayor que 1.5 veces el radio de la otra.

2.5.1.6.6 El Peralte del Camino.

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo del camino en curva con relación a la parte interior del mismo, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El mínimo radio (R_{min}) de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{max} + f_{max})}$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en el Cuadro N° 12.

Tabla N°12: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Fricción transversal Máxima en Curvas.

Velocidad Directriz Km/h	f
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14

En la Tabla N° 13 se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima.

Tabla N°13: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Radio Mínimos y Peraltes Máximos.

Velocidad Directriz (km/h)	PERALTE MÁXIMO e(%)	Valor Límite de fricción f_{max}	Calculado Radio mínimo (m)	Redondeo Radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
70	4.0	0.14	214.2	215
80	4.0	0.14	279.8	280
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
70	6.0	0.14	192.8	195
80	6.0	0.14	251.8	250
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
70	8.0	0.14	175.3	175
80	8.0	0.14	228.9	230
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
70	10.0	0.14	160.7	160
80	10.0	0.14	209.9	210
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105
70	12.0	0.14	148.3	150
80	12.0	0.14	193.7	195

En caminos cuyo IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2.5%.

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una

longitud de vía denominada transición. La longitud de transición del bombeo en aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso.

Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte.

En la Tabla N° 14 se muestran las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición peralte en función de velocidad directriz y del valor del peralte.

Tabla N°14: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte (m).

Velocidad Directriz (km/h)	Valor del Peralte						Transición de Bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD DE TRANSICIÓN DE PERALTE (M)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	66	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14

* Longitud de transición basadas en la rotación de un carril.

2.5.1.6.7 Sobreancho de la Calzada en Curvas Circulares.

La calzada se sobreancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos, así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

En la Tabla N° 15 se presentan los sobreanchos requeridos para calzadas de doble carril.

Tabla N°15: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Sobreancho de la Calzada en Curvas Circulares (m), (Calzada de Dos Carriles de Circulación).

Velocidad Directriz km/h	Radio de Curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	11.91	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27
70									1.51	1.27	1.11	0.90	0.67	0.55	0.48	0.36	0.30
80											1.19	0.97	0.73	0.60	0.52	0.40	0.33

* Para Radio de 10 m se debe usar plantilla de la maniobra del vehículo de diseño

Para velocidades de diseño menores a 50 km/h no se requerirá sobreancho cuando el radio de curvatura sea, mayor a 500 m, tampoco se requerirá sobreancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 70 km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m.

2.5.1.7 Alineamiento Vertical.

2.5.1.7.1 Consideraciones para el Alineamiento Vertical.

En el diseño vertical el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante.

El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el Perfil Longitudinal se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

EN CARRETERAS DE CALZADA ÚNICA EL EJE QUE DEFINE EL PERFIL, COINCIDIRÁ CON EL EJE CENTRAL DE LA CALZADA.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno, a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario, del recorrido de la carretera.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

2.5.1.7.2 Curvas Verticales.

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = KA$$

Los valores de los índices K se muestran en la Tabla N° 16, para curvas convexas y en la Tabla N° 17 para curvas cóncavas.

Tabla N°16: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

Velocidad Directriz km/h	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	
	Distancia de Visibilidad de Frenado m.	Índice de Curvatura K	Distancia de Visibilidad de Adelantamiento	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	--	--
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
El Índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.				

Tabla N°17: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO M.	ÍNDICE DE CURVATURA K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3
70	105	22.6
80	130	29.4
El Índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

2.5.1.7.3 Pendiente

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas

adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la Tabla N° 18.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos de la Tabla N° 18 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

Tabla N°18: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Pendientes Máximas.

OROGRAFÍA TIPO	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
VELOCIDAD DE DISEÑO:				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m, con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en la Tabla N° 18 son aplicables.

En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

2.5.1.8 Sección Transversal.

2.5.1.8.1 Calzada.

El diseño de caminos de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50 la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril en los demás casos la calzada se dimensionará para dos carriles.

En la Tabla N° 19 se indica los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla N°19: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente.

Tráfico IMDA	< 15	15 á 50		50 á 100		100 á 200		200 á 400	
Velocidad km/h	*	*	**	*	**	*	**	*	**
25	3.50*	3.50*	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
30	3.50*	4.00*	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
40	3.50*	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60
50	3.50*	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60
70		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	7.00
80		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	7.00	7.00

* Caminos del Sistema Vecinal y Caminos del Sistema Departamental y Nacional sin pavimentar.

** Carreteras del Sistema Nacional y Carreteras importantes del Sistema Departamental; predominio de tráfico pesado.

♦ Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% á 3% hacia uno de los lados de la calzada.

2.5.1.8.2 Berma.

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7% la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

2.5.1.8.3 Ancho de la Plataforma.

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado, y la cuneta de drenaje.

2.5.1.8.4 Plazoletas

En caminos de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantarse los del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo del camino, con la facilidad de ensanchar la plataforma.

2.5.1.8.5 Taludes

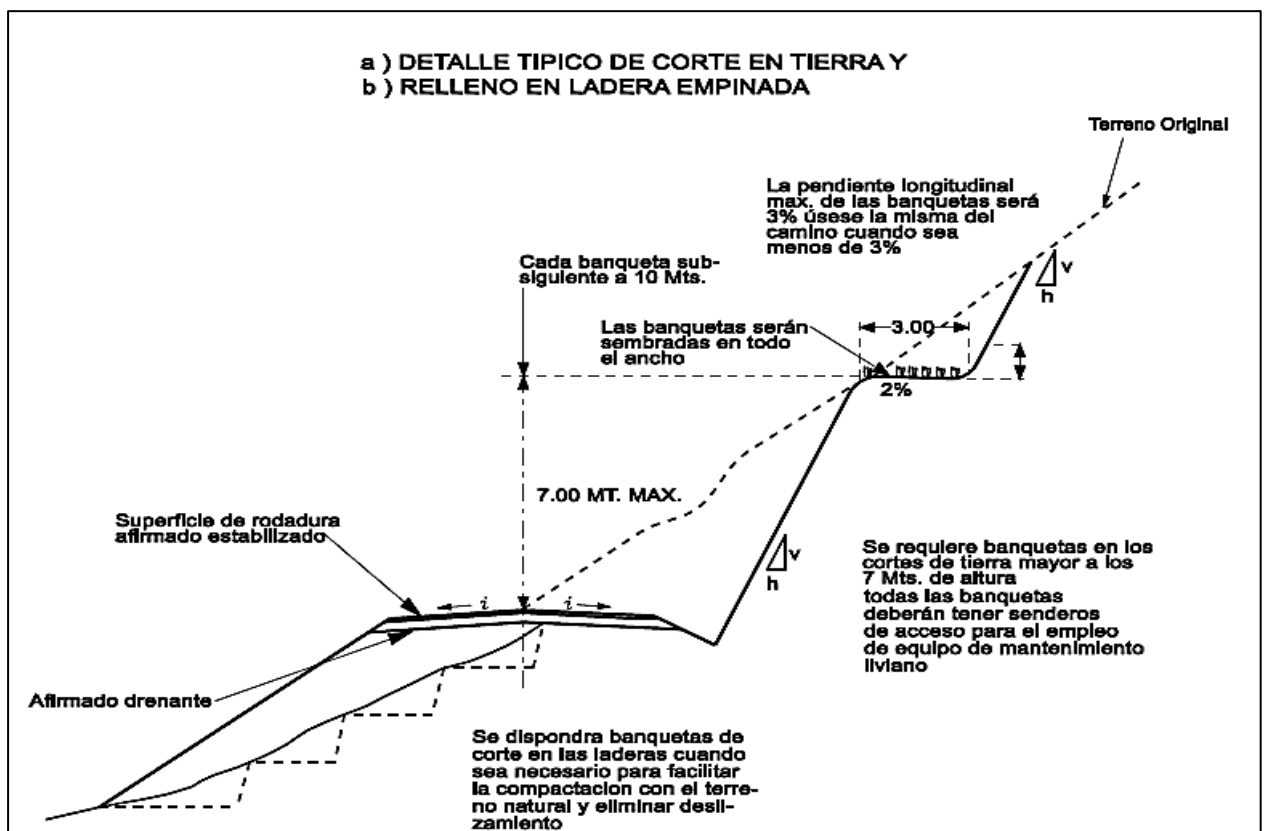
Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados; la altura admisible del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

2.5.1.8.6 Sección Transversal Típica.

La figura 2.5.1.8.6.1 ilustra una sección transversal típica del camino, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho del camino la estabilización del talud de corte; y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.

Ambos detalles por separado, representan en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso "caminos en corte cerrados" y en el segundo caso "camino en relleno".

Figura 01: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito.



2.5.2. Aspectos sobre Mecánica de Suelos

2.5.2.1 Estudio de Suelos y Canteras

Según Alva Hurtado, Jorge E, La mecánica de suelos es una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa o indirectamente, al conocimiento del suelo en los diferentes terrenos sobre los cuales se va a elegir estructuras de índole variable. El tratar de iniciar cualquier construcción sin llevar a cabo, primero, un estudio del suelo, es quizá uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería. Es imposible proyectar una cimentación

adecuada para una estructura sin conocer el carácter del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en definitiva, es dicho suelo el que soportará la carga.

2.5.2.2 Estudio de Suelos

A. Muestreo

El método empleado es el de pozos de exploración los que nos van a permitir establecer en forma clara los espesores de los estratos, así como una buena inspección y clasificación del material del subsuelo, la profundidad de la napa freática, etc.

B. Ubicación de los Pozos de Muestreo

Para la obtención del perfil longitudinal del subsuelo se han realizado pozos de exploración. Para la ubicación de los pozos de exploración se ha tenido en cuenta el terreno, la obra y el acertado juicio del Ingeniero Asesor, debido a esto se ha alargado las distancias entre pozos de exploración, ya que lo importante es lograr una correcta investigación del suelo.

C. Ubicación y Estudio de Canteras

Para la construcción de la carretera se tendrá que utilizar materiales para la sub base, las cuales tienen que soportar las principales tensiones que se producen en la vía, así como resistir al desgaste por rozamiento en su superficie. Por tanto es de mucha importancia conocer las propiedades y características de los materiales de las canteras.

Ubicación

Según Villon B, Máximo, La ubicación de ésta juega un papel muy importante en el costo de la vía. Para su elección se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Su ubicación será lo más próximo posible a la vía a mejorar, dado que así se logrará disminuir la distancia de acarreo.

La explotación de éstas será la más sencilla y económica posible, a fin de lograr el menor costo de las labores en esta etapa.

Su volumen será cuanto menos aquel que permita realizar el mejoramiento de la vía en su estado inicial, dado que en esta etapa se tendrá el mayor requerimiento de materiales.

Su ubicación será tal que no se tenga problemas legales al momento de la explotación; ya que de lo contrario se sufrirá un retraso de obra y consiguientemente un incremento de los gastos de gestión.

D. Ensayos de Laboratorio para Determinar las Características de los Suelos y Materiales de Cantera

Según Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Los ensayos a realizar con las, muestras obtenidas pueden ser físico - mecánicos o químicos. Los análisis físico - mecánicos permiten conocer el comportamiento del suelo ante la acción de cargas externas, los análisis químicos nos permiten conocer la naturaleza y composición química del suelo.

Entre los análisis físicos y físicos - mecánicos, tenemos:

Contenido de humedad (Norma ASTM-D-4318).

Peso específico (Normas AASHTO: T-100-70, T-85-70, T-84-70: Según sea el caso).

Análisis Granulométrico (Norma ASTM-D-422)

Límites e índices de consistencia (normas AASHTO T-89-68 y T-90-70).

Proctor Modificado (Compactación) para determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca (norma AASHTO T-99-70 y T-180-70, según sea el caso).

Carga - penetración (California Bearing Ratio - CBR) (Norma AASHTO T-193, ASTM D 1883).

Desgaste por Abrasión (norma AASHTO T-96-65)

Contenido de Humedad (para muestras de calicata y cantera)

Es la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra completamente seca, que generalmente se expresa en porcentaje:

$$\omega(\%) = \frac{P_w}{P_s} * 100 \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

ω (%): Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

P_w : Peso del agua

P_s : Peso de la muestra seca.

En el laboratorio:

$$\omega(\%) = \frac{P_{hm} - P_{ms}}{P_{ms}} * 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

ω (%): Contenido de humedad en porcentaje.

P_{mh}: Peso de muestra húmeda.

P_{ms}: Peso de la muestra seca.

Peso Específico (para muestras de calicata y cantera)

Es la relación que existe entre el peso y el volumen de la fase sólida de la muestra. Su fórmula es la siguiente:

Para partículas mayores a 4.75 mm. se usa el método estándar AASHTO T-85 (Grava y Arena Gruesa).

$$Pe = \frac{\text{Peso piedra en el agua}}{\text{Peso piedra en el aire} - \text{peso piedra en el agua}} \text{ gr/cm}^3$$

Para partículas menores a 4.75 mm. (Tamiz No.4). Se usa el método estándar, AASHO T-100-70 (Limo y Arcilla).

Donde:

$$P_s = \frac{W_s}{W_s + W_{f+w} + W_{f+w+s}} = \frac{a}{a + b + c} \quad \dots\dots\dots (7)$$

a: Peso del suelo seca al horno (gr.).

b: Peso del matraz con agua hasta la marca de 500 ml (gr).

c: Peso del matraz más muestra + agua hasta la marca de 500 ml (gr).

Límites de Consistencia o de Atterberg

Según Juárez Badillo y Rico Rodríguez, indica que por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Los límites de consistencia de un suelo están representados por contenidos de agua. Los principales son:

Límite Líquido (L.L).

Según Juárez Badillo Y Rico Rodríguez, es el límite entre el estado plástico y semi líquido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo se comporta como un material que exhibe comportamiento plástico.

El límite líquido nos da una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Cuando el suelo tiene un contenido de humedad igual o mayor al límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Los materiales granulares (arena, limo) tienen límites líquidos bajos (25% a 35%) y las arcillas límites líquidos altos (mayores al 40%).

Al graficar en escala logarítmica, el número de golpes en las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de ordenadas, sobre la base de tres puntos obtenidos de cuatro ensayos sobre muestras de suelo a diferentes contenidos de humedad; el límite líquido se obtiene gráficamente, siendo el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes.

$$LL = \frac{W}{1.419 - .3 \text{Log}(s)} \dots\dots\dots(8)$$

Donde:

W: Contenido de H⁰ de la muestra cuando se une a los “s” golpes.

S: Número de golpes al cabo de los cuales se unen las mitades del suelo en la Copa de Casagrande.

Límite Plástico (L.P)

Es límite entre el estado plástico y semi-sólido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo exhibe un comportamiento no plástico, es decir la propiedad de deformarse sin llegar a romperse.

Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen pero muy poca; en cambio las arcillas, y sobre todo aquellos ricos en materia coloidal, son muy plásticas. Cuando se esté construyendo la subbase, y si el contenido de humedad es igual o mayor al límite plástico, deberá evitarse de compactar.

Índice de Plasticidad (IP)

Según Alva Hurtado, Jorge, Se define como el intervalo de contenido de humedad en el cual el suelo tiene comportamiento plástico, dado por la siguiente expresión:

$$LP = LL - Lp \dots\dots\dots (9)$$

Según Rico y Del Castillo afirman que el índice de plasticidad elevado indica mayor plasticidad. Cuando un material no tiene plasticidad, suelos finos, arena por ejemplo, se considera el índice de plasticidad como cero.

Tabla N° 20: Índice de Plasticidad.

Índice de plasticidad	Característica
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos poco arcillosos
IP = 0	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, es el elemento más peligroso de una carretera, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

Proctor Modificado (para muestras de calicata y cantera)

Determinación de la Máxima Densidad y Humedad Óptima

Juárez Badillo y Rico Rodríguez, La humedad óptima es la humedad más adecuada para una buena compactación (cuya unidad de medida es la densidad seca), con esta humedad se obtiene una adecuada retracción y una disminución en la resistencia a la fricción entre partículas; a una humedad óptima le corresponde una densidad máxima. Los datos obtenidos a partir del ensayo, se grafica (Densidad Seca VS Humedad), del gráfico se obtiene la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Para el estudio se ha utilizado el Método Dinámico denominado Standard Modificado o Proctor Modificado (Método AASHTO T-180).

Tenemos la expresión para cálculo de la densidad seca.

$$Densidad\ Seca = \frac{Wh}{V(100 - W)} = \frac{D_{húmeda}}{V(100 - W)} * 100 \dots\dots\dots (10)$$

Wh : Peso de la muestra húmeda

V : Volumen de la muestra sin secar

W : Contenido de humedad

Tabla N° 21: Contenidos óptimos de H^o y densidades secas

Tipo de suelo	Proctor Standard		Proctor Modificado	
	W _{opt} (%)	D _s max. (gr/cm ³)	W _{opt} (%)	D _s max. (gr/cm ³)
Grava arenosa bien graduada Cu = 15	7	2.12	5 – 6	2.22
Arena gravillosa	10	1.98	7 – 9	2.08
Arena gruesa y Arena media Cu= 3	11	1.85	8 – 10	1.94
Arena Fina Cu = 2	12	1.70	9 – 11	1.85
Limo arenoso	14	1.75	14	1.84

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Ensayo California Bearing Ratio (C.B.R)

Juárez Badillo y Rico Rodríguez, El índice C.B.R. nos indica la resistencia del terreno o de un material. Los valores bajos nos indican que el suelo es malo, en cambio los valores altos, que el suelo es bueno, esto nos sirve para determinar los espesores de las capas de los pavimentos. Así para pavimentos flexibles, el C.B.R. que se usa es el valor que se obtiene para una penetración de 0.1" a 0.2" considerándose el mayor valor obtenido.

El CBR de un suelo se calcula por la fórmula siguiente:

$$CBR = \frac{Carga Unitaria en suelo ensayado}{Carga Uniraria de la muestra ensayada} * 100 \quad \dots\dots\dots(11)$$

Para determinar el CBR de un suelo se realizan los siguientes ensayos:

Determinación de la densidad máxima y humedad óptima.

Determinación de propiedades de - expansión del material (hinchamiento).

Determinación de la resistencia a la penetración.

Tabla N° 22: Valores correspondientes a la muestra patrón

Unidades métricas		Unidades inglesas	
Penetración (mm)	Carga unitaria (Kg/cm ²)	Penetración (pulg)	Carga unitaria (lib/pulg ²)
2.54	70.31	0.10	1000
5.08	105.46	0.20	1500
7.62	133.58	0.30	1900
10.16	161.71	0.40	2500
12.70	182.80	0.50	2600

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Ensayo de Desgaste por Abrasión

Según Alva Hurtado Jorge, indica que la carga abrasiva consiste de esferas de acero de las siguientes características:

Diámetro : 1 ²⁷/₃₂ pulgadas (46.8mm)

Peso : 390 a 445 gr.

El número de esferas en función del peso de la carga a ensayar.

Tabla N° 23: Carga abrasiva, máquina de los ángeles

Granulometría	N° esferas	Peso de la carga (gr)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

La carga de abrasiva que se coloque en la máquina de los ángeles dependerá de la granulometría de la muestra a ensayar.

Tabla N° 24: Cantidad de las muestras en gramos

Tamices		Granulometría (gr)			
Pasa mmpulg.	Retenido mmpulg.	A	B	C	D
37.5	25.0	1250 \pm 25	-	-	-
1/2"	1"	1250 \pm 25	-	-	-
25.0	19.0	1250 \pm 10	1250 \pm 10	-	-
1"	3/4"	1250 \pm 10	1250 \pm 10	-	-
19	12.5	-	-	1250 \pm 10	-
3/4"	1/2"	-	-	1250 \pm 10	-
12.5	9.5	-	-	-	1250 \pm 10
1/2"	3/8"				
9.5	6.63 1/4"				
3/8"	4.75 No				
6.63	4				
1/4"	2.36				
4.75	No 8				
No 4					
TOTAL		5000 \pm 70	5000 \pm 20	5000 \pm 20	5000 \pm 10

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

Tabla N° 25: Cantidad de la Muestra en Gramos según Gradación

Tamiz				Gradación		
Pasa		retenido		1	2	3
Mm	pulg	mm	pulg	gr	gr	gr
76.1	3"	64.0	2 ½"	2500 ± 50	-	-
64.0	2 ½"	50.8	2"	2500 ± 50	-	-
50.8	2"	38.1	1 ½"	5000 ± 50	5000 ± 50	-
38.1	1 ½"	25.4	1"	-	5000 ± 50	5000 ± 25
25.4	1"	19.0	¾"	-	-	5000 ± 25
TOTAL				10000 ± 25	10000 ± 75	10000 ± 50

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Luego de alcanzar 500 r.p.m., se retira el material del tambor y se lo cierne en un tamiz mayor al No.12. La porción más fina se lo tamiza (tamiz No.12), considerándose la porción retenida en éste tamiz el peso final de la muestra. Se calcula el porcentaje de desgaste del material según la fórmula:

$$D\% = \frac{\text{Peso Original} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Original}} * 100 \dots \dots \dots (12)$$

Tabla 26: % de desgaste para evaluar los resultados del ensayo de los Ángeles

D%	Tipo de ensayo	Utilidad
30	A.A.S.H.TO. T – 96	Para todo uso
50	A.A.S.H.TO. T – 96	Para capa de base
60	A.A.S.H.TO. T – 96	Para capa sub base
Mayor a 60	A.A.S.H.TO. T – 96	No sirve el Material

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Análisis Granulométrico.

Según Juárez Badillo Y Rico Rodríguez, Llamado también Análisis Mecánico y consiste en la determinación de los porcentajes de piedra, grava, arena, limo y arcilla que existe en una muestra de suelo al realizar el tamizado respectivo. Pudiendo ser:

Para suelos no cohesivos: Tamizado en seco.

Para suelos cohesivos: Tamizado por lavado.

Si el suelo contiene un porcentaje apreciable de material fino (limo, arcilla) que pasa el tamiz N° 200, se usa métodos basados en el principio de sedimentación, tales como: la Prueba del Hidrómetro y el Método del Sifoneado.

Los resultados se presentan por medio de una curva de distribución granulométrica en la cual se gráfica el diámetro de partículas en el eje de las abscisas y el porcentaje que pasa en el eje de las ordenadas.

La forma de la curva es un indicador de la granulometría, tenemos que los suelos uniformes están representados por líneas en forma de S que se extienden a través de varios ciclos de la escala logarítmica.

Las características granulométricas de los suelos pueden compararse estudiando ciertos valores numéricos importantes deducidos de las curvas de distribución, los más comunes son:

D_{10} D_{30} y D_{60} : que son los diámetros efectivos en mm. De las partículas correspondientes al 10%, 30% y 60% en la curva granulométrica, lo que significa que el 10%, 30% y 60% de las partículas son menores que el diámetro efectivo.

$$CU = D_{60} / D_{10}$$

Coeficiente de Uniformidad:

Alva Hurtado, Jorge E, Su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta.

$Cu < 3$	Muy uniforme
$3 < Cu < 15$	Heterogéneo
$15 < Cu$	Muy heterogéneo
Cc	$(0.30)^2 / (D_{10} * D_{60})$:
	Coeficiente de Contracción:
$< Cc < 3$	Bien graduado.

2.5.2.3 Clasificación e Identificación de Suelos

Sistema de Clasificación de los Suelos de la AASHTO

Según Alva Hurtado, Jorge, en su libro de Mecánica de Suelos, indica que este método es el que se utiliza generalmente en carreteras, el método de clasificación AASHTO, divide a los suelos en dos grandes campos: suelos gruesos y suelos finos. Los suelos gruesos son aquellos que no pasan por el tamiz No. 200 el 35% o menos, los suelos

finos o materiales limo – arcillosos, son aquellos que pasan por el tamiz No.200 más del 35%.

Por otro lado AASHTO divide a los suelos en 7 grupos del A-1 al A-7 y ocho sub grupos (A-1a, A-1b, A-2a, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-7-5, A-7-6), basándose en la composición granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad de un suelo. Se considera que el mejor suelo para ser usado en la subrasante de una carretera, es un material bien granulado compuesto principalmente de grava y arena, pero que contenga una pequeña cantidad de cementante arcilloso, este material pertenece al grupo A-1.

Alva Hurtado, Jorge E, afirma que en la evaluación de cada grupo, se hace por medio de su “Índice de Grupo”, los cuales nos dan a conocer la calidad del suelo., y se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$IG=0.2^a + 0.005ac + 0.01bd \quad \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

IG : Índice de grupo.

a : Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 35% como mínimo y 75% como máximo, se representa en número entero y varía de 0 a 40, por lo tanto, todo porcentaje igual o menor a 35% será igual a 0 y todo porcentaje igual o mayor a 75% será 40.

b : Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 15% como mínimo y 55% como máximo, se representa sólo en número entero y varía de cero a cuarenta.

c :Parte del límite líquido comprendido entre 40% como mínimo y 60% como máx., se representará sólo en número entero y variará de 0 a 20.

d :Parte del índice de plasticidad, comprendido entre 10% como mínimo y 30% como máximo, se representará sólo en número entero y variará de 0 a 20.

El índice de grupo siempre se reporta aproximándolo al número entero más cercano a menos que su valor calculado sea negativo, en cuyo caso se reportará como cero. Por ejemplo para un suelo limoso que tenga un índice de grupo de 10, puede clasificarse como A-4(10).

Tabla 27: Clasificación de suelo según índice de grupo

Clasificación	IG
Suelos Granulares	0 a 4
Suelos Limosos	8 a 12
Suelos Arcillosos	11 a 20

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.5.3. Aspectos Topográficos

2.5.3.1. Alineamiento Horizontal

Homogeneidad del Trazado

Según Cárdenas Grisales James, Las Normas Peruanas de Diseño de carreteras establecen que deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de gran radio a otras de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una y otras curvas de radio de valor decreciente antes de alcanzar el radio mínimo. También deberá evitarse ángulos pequeños de deflexión.

2.5.3.2. Curvas Horizontales

2.5.3.2.1. Radios de Diseño

Según Cárdenas Grisales James, El radio de una curva horizontal, es función de la velocidad directriz y del peralte, dichos radios se calcularán mediante la siguiente

fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(P + f)} \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

V = Velocidad Directriz (km/h)

P = Peralte máximo en centésimas

f = Coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción está dado por la siguiente tabla:

Tabla N°28: Fricción transversal máxima en curvas.

Velocidad directriz Km./h	F
15	0.40
20	0.35
30	0.28
40	0.23
50	0.19
60	0.17
70	0.15
80	0.14
90	0.13
100	0.12

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Los valores de los radios mínimos a emplearse se especifican en las Tablas.

Tabla N°29: Radios Mínimos y Peraltes Máximos

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f_{max}	Total ($e/100 + f$)	Radio calculado (m)	Radio redondeado
15	4,0	0,40	0,44	4,0	4
20	4,0	0,35	0,39	8,1	8
30	4,0	0,28	0,32	22,1	22
40	4,0	0,23	0,27	46,7	47
50	4,0	0,19	0,23	85,6	86
60	4,0	0,17	0,21	135,0	135
70	4,0	0,15	0,19	203,1	203
80	4,0	0,14	0,18	280,0	280
90	4,0	0,13	0,17	375,2	375
15	6,0	0,40	0,46	3,9	4
20	6,0	0,35	0,41	7,7	8
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
15	10,0	0,40	0,50	3,5	4
20	10,0	0,35	0,45	7,0	7
30	10,0	0,28	0,38	18,6	19
40	10,0	0,23	0,33	38,2	38
50	10,0	0,19	0,29	67,9	68
60	10,0	0,17	0,27	105,0	105
70	10,0	0,15	0,25	154,3	154
80	10,0	0,14	0,24	210,0	210
90	10,0	0,13	0,23	277,3	277
15	12,0	0,40	0,52	3,4	3
20	12,0	0,35	0,47	6,7	7
30	12,0	0,28	0,40	17,7	18
40	12,0	0,23	0,35	36,0	36
50	12,0	0,19	0,31	63,5	64
60	12,0	0,17	0,29	97,7	98
70	12,0	0,15	0,27	142,9	143
80	12,0	0,14	0,26	193,8	194
90	12,0	0,13	0,25	255,1	255

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Tabla N° 30: Radios Mínimos Normales

VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H) 30	RADIOS MÍNIMOS (M)		
	Normal	Excep.:	Excep:
	p=6%	p=8%	p=10%
	30	27	25

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

2.5.3.2.2 Peralte

Según Cárdenas Grisales James, Cuando un vehículo ingresa a una curva, se genera una fuerza que tiende a arrojarla hacia afuera. Esta fuerza, llamada fuerza centrífuga, es equivalente al producto de la masa por la aceleración y está dirigida hacia afuera de la curva. Con el fin de contrarrestar la acción de ésta fuerza, todas las curvas horizontales deberán ser peraltadas (inclinación de la superficie de la carretera hacia adentro).

El peralte también puede calcularse mediante la fórmula:

$$P = \frac{V^2}{127R} \% - f \quad \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

V = velocidad directriz

R = Radio de la curva

f = coeficiente de fricción.

Para el presente proyecto el peralte tendrá un valor máximo normal de 6% y como valor máximo excepcional = 10%.

2.5.3.2.3 Elementos de las Curvas Horizontales

Según Cárdenas Grisales James, Los elementos de las curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

PI: Punto de intersección de dos alineamientos.

PC: Principio de curva.

PT: Principio de tangencia o término de curva.

I: Angulo de intersección de dos alineamientos.

R: Radio de la curva.

T: Tangente de la curva.

E: Externa.

Lc: Longitud de curva circular (arco PC- PT).

C: Cuerda entre el PC y PT.

f: Flecha.

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de la curva son:

Longitud de Tangente : $T = R[\tan(I/2)]$ (16)

Longitud de Curva. : $Lc = \pi(R*I)/180$ (17)

Longitud de Cuerda : $O = 2R\text{Sen}(I/2)$ (18)

Longitud de Flecha : $F = R[1 - \text{Cos}(I/2)]$ (19)

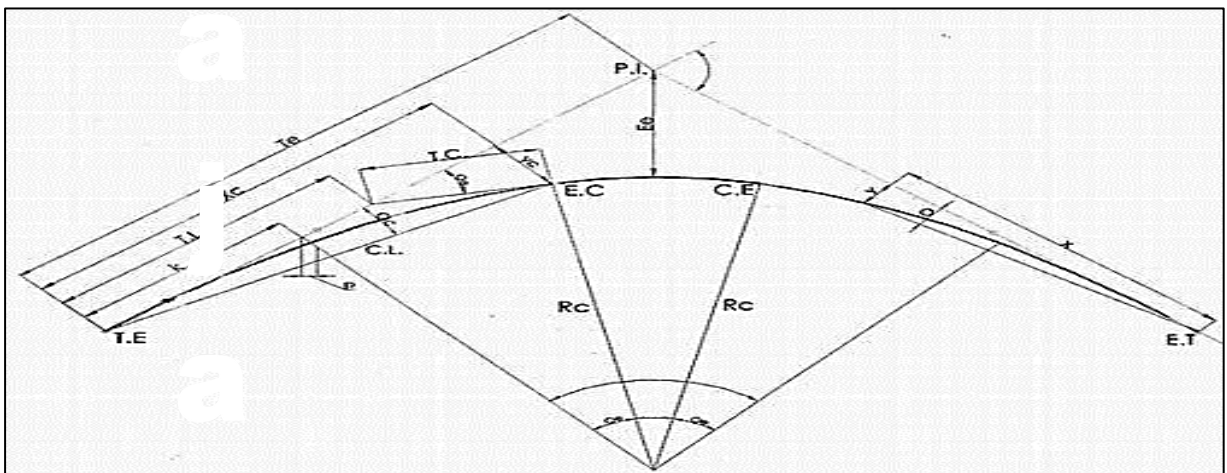
Longitud de Externa : $E = R[\text{Sec}(I/2) - 1]$ (20)

Donde:

R : Radio de la curva en metros.

I : Ángulo de intersección de los alineamientos que generan la curva.

Figura N° 02: Elementos de las Curvas Horizontales.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras.

2.5.4. Perfil Longitudinal

2.5.4.1. Secciones Transversales

Ancho de Pavimento.

Según Cárdenas Grisales James, se clasifican en los siguientes:

Tramos en Tangente

Las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras indican los valores apropiados del ancho del pavimento para cada velocidad directriz en relación del tráfico previsto y de la importancia de la carretera.

Tramos en Curva.

Las secciones indicadas anteriormente, estarán provistas de sobreancho en los tramos de curva de acuerdo a lo indicado en el inciso 5.3.5. De las Normas peruanas de diseño de carreteras.

Bombeo

Según Coronado Iturbe J, Las Normas peruanas de diseño de carreteras indican que las carreteras con pavimento de tipo superior estarán provistas de bombeo en los tramos en tangente, con los valores comprendidos entre 1% y 2%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte en la forma indicada anteriormente.

Bermas

Según el MTC – PERÚ, en la Norma Peruana de Diseño de Carreteras, hace referencia que las bermas serán diseñadas para suministrar el suficiente soporte a los bordes del pavimento, y para proporcionar un lugar fuera de la vía de tránsito que pueda ser utilizada por los peatones y también para el estacionamiento temporal de vehículos malogrados. Además podrían servir de base para futuros ensanches.

Ancho de la calzada

Según el MTC – PERÚ, en la Norma Peruana de Diseño de Carreteras indica que el ancho de la calzada o rasante terminada, resulta de la suma del ancho del pavimento y del ancho de las bermas y; en curvas horizontales, aumentadas del sobreancho respectivo.

Plazoletas de estacionamiento

Según Guerra Bustamante, C. Las normas peruanas establecen que cuando el ancho de las bermas es menor de 2.40 m, se deberá prever, en cada lado de la carretera y a una

distancia no mayor de 400 m. plazoletas de estacionamiento de dimensiones mínimas utilizables, de 3.00 x 30.00 m. La ubicación de dichas plazoletas, se indican en los planos en planta y de secciones transversales del presente estudio.

Taludes

Según el MTC – PERÚ, en la Norma Peruana de Diseño de Carreteras conceptualiza a los Taludes, cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal que adopta una masa de tierra con la intervención de la mano del hombre.

Tabla N° 31: Taludes de Relleno

<i>Material</i>	<i>Talud V: H</i>
Enrocado	01:01
Terrenos varios	01:01.5
Arena	01:02

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

Tabla N° 32: Taludes de Corte

Clase de terreno	Talud V: H
Roca fija	10:01
Roca suelta	4:1
Conglomerados	3:1
Tierra	2:1
Compactada.	1:1
Tierra suelta	1:2
Arena	1:2

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

2.5.4.2. Rasante

Según Cárdenas Grisales James, indica que en terreno llano, la rasante estará sobre el terreno por razones de drenaje, salvo casos especiales.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno.

En terreno accidentado o montañoso será necesario adaptar la rasante al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario.

2.5.4.3. Curvas Verticales

Según Cárdenas Grisales James, Las curvas verticales son utilizadas para dar transiciones a cambios de pendiente. Las Normas peruanas de diseño de carreteras establecen que los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1% para pavimento de tipo superior y de 2% para las demás. Se han proyectado curvas verticales parabólicas simétricas.

La visibilidad en la carretera deberá estar garantizada en el perfil y debe ser tal que permita al vehículo detenerse antes de llegar a tocar un obstáculo fijo que se encuentre en su vía de circulación o maniobrar sin peligro alguno ante un vehículo que viene en sentido contrario.

Las curvas verticales pueden ser:

Por su forma; cóncavas y convexas.

Por la longitud de sus ramas: simétricas y asimétricas.

Para Curvas Simétricas: Cóncavas y Convexas.

Según Cárdenas Grisales James, nos da la siguiente relación para curvas simétricas:

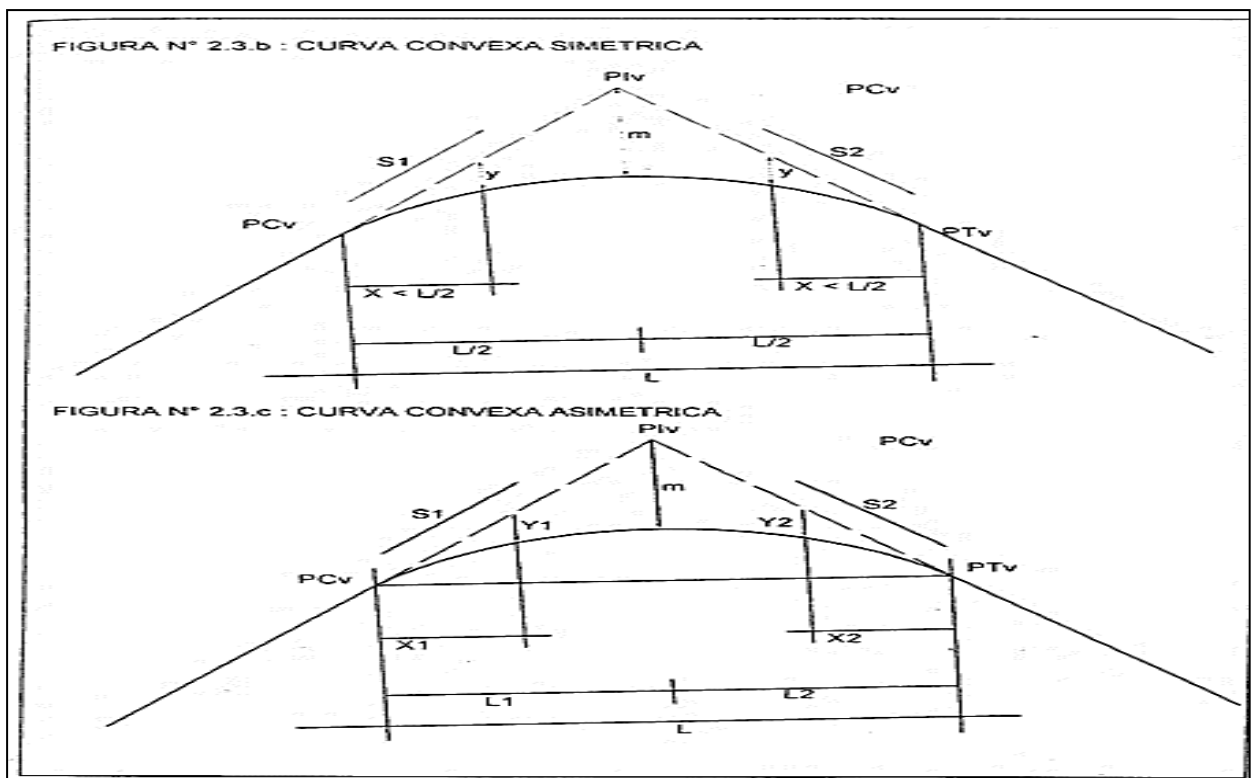
Donde:

PCv : Principio de Curva Vertical.

Plv : Punto de Intersección Vertical.

PTv : Término de Curva Vertical.

Figura N° 03: Para curvas convexas simétricas.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras.

Las fórmulas empleadas son:

$$A = S_1 (\%) - S_2(\%)$$

$$Y_i = X_i^2 / 200L \dots\dots\dots(21)$$

$$m = LA / 800 \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

A : Diferencia Algebraica de Pendientes (%).

S_i : Pendiente en cada tramo de Subrasante.

L : Longitud de la Curva Vertical.

X_i, Y_i : Coordenadas rectangulares de un punto cualquiera de la curva, tomados a partir de PCV.

m : Ordenada media.

Para Curvas Asimétricas: Cóncavas y Convexas.

Según Cárdenas Grisales James, nos da la siguiente relación para curvas asimétricas:

Las fórmulas empleadas son:

$$A = S_1(\%) - S_2(\%) \dots\dots\dots(23)$$

$$m = (L_1 L_2 A)/200 (L_1+L_2) \dots\dots\dots(24)$$

$$Y_i = (X_1)^2 m/L_1^2 \dots\dots\dots(25)$$

$$Y_2 = (X_1)^2 m/L_1^2 \dots\dots\dots(26)$$

Algunas veces se presenta casos en que no se pueda diseñar con las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, o cuando ésta da valores muy pequeños y no existen restricciones topográficas, de drenaje, etc., se tomará el criterio sugerido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción, de dar a la curva vertical una longitud de 80m.

2.5.4.4. Pendiente

La pendiente (i) de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

Pendiente mínima

Según Cárdenas Grisales James, En los tramos en corte se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje.

Pendiente máxima normal

Según Cárdenas Grisales James, indica que es la máxima que se puede usar considerando la altitud a la que se encuentra la vía. De acuerdo a las Normas peruanas de diseño de carreteras, se ha considerado:

Tabla N° 33: Pendientes máximas normales

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

Altitudes (m.s.n.m)	Pendientes (%)	Long. Máx. (m)
< 3000	7	800
> 3000	6	800

Pendiente máxima excepcional

Según Cárdenas Grisales James, Se recurrirá al empleo de ella cuando existan motivos justificados para su uso y especialmente si el empleo de pendientes menores induce a alargamiento innecesario o aumento de tortuosidad en el trazado u obras costosas. De acuerdo a las Normas peruanas de diseño de carreteras, se ha considerado:

Tabla N° 34: Pendientes máximas excepcionales

Altitudes (m.s.n.m)	Pendientes (%)	Long. Máxima (m)
< 3000	8	300
> 3000	7	300

Fuente: Normas peruanas para el diseño de carretera.

Pendiente medías

Según Cárdenas Grisales James, Dado que el uso indiscriminado de pendientes, en especial de los valores máximos normales y/o excepcionales, conduce a líneas de gradiente no apropiadas para el tránsito normal de los vehículos, en particular para los pesados, existen indicadores que regulan el valor de la pendiente media máxima para un conjunto de pendientes para determinada longitud del tramo.

Para el presente proyecto, por ser una carretera de tercera, se ha considerado:

Pendiente máxima normal: 7.00 %

Pendiente máxima excepcional: 10.00 %

Pendiente Media Permissible: 4.50 %

Tabla N° 35: Pendientes medias permisibles para tramos de 10 km

Clase de carretera	Topografía	Pendiente	Media			
		0 a 1000	1000 a 2000	2000 a 3000	3000 a 4000	Más de 4000
Primera	Plana	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Ondulada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Accidentada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
Segunda	Plana	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Ondulada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Accidentada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
Tercera	Plana	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Ondulada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Accidentada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
Cuarta	Plana	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Ondulada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Accidentada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

2.5.5. Aspectos Sobre Hidrología y Drenaje

[CAJ01], refiere que el drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad. Por lo cual un adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una carretera y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de éste.

El drenaje superficial comprende:

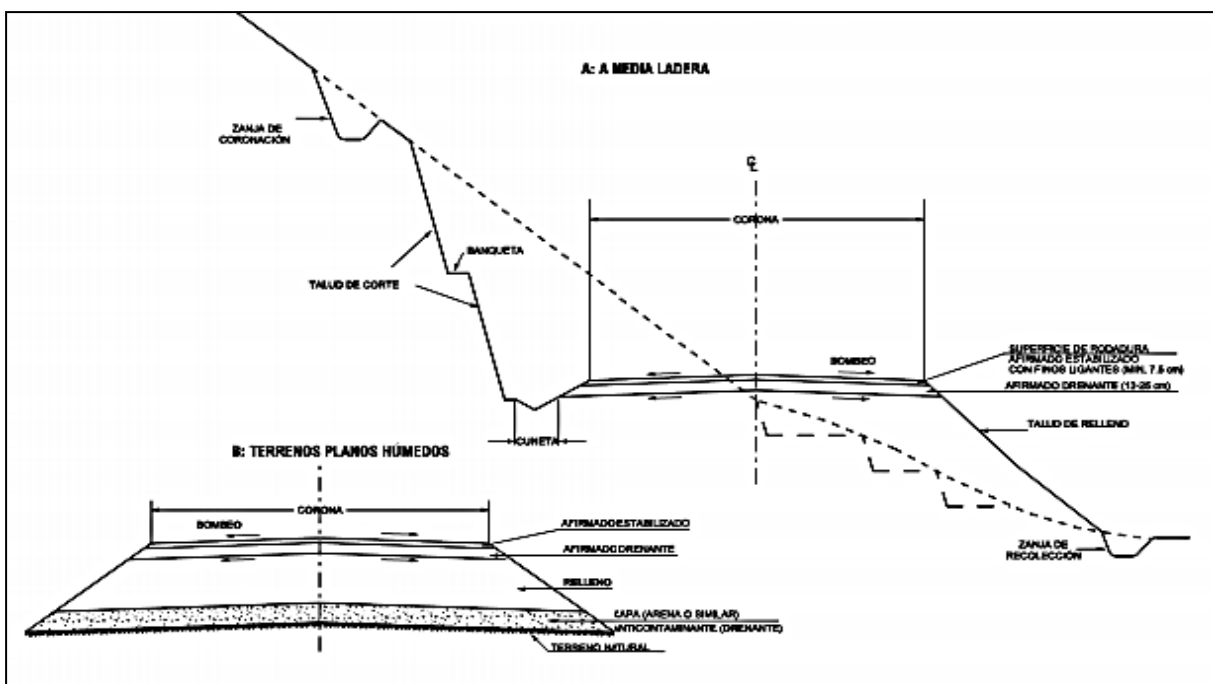
La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.

La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.

La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

Figura 04: MTC-Perú, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

SECCION TIPICA DE DRENAJE SUPERFICIAL



Las obras de drenaje superficial mostradas en la sección garantizan la evacuación de las aguas de lluvia lo que garantiza la integridad de la vía ya que los caminos colapsan por obviar estas consideraciones.

2.5.5.1. Hidrología y Cálculos Hidráulicos

[MTC05], Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características del clima de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiado el método de la fórmula racional para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca, o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la fórmula:

$$T = 0.3 (L/J^{1/4})^{3/4}$$

Siendo:

T = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en km.

J = Pendiente media

2.5.5.2 . Calculo del Caudal de Diseño

[MTC05]El caudal de diseño en el que desagüe una cuenca pequeña o superficie se obtendrá mediante la fórmula racional:

$$Q = C I A / 3.6$$

Donde:

Q = Caudal m³/seg. (Para cuencas pequeñas) en la sección en estudio

I = Intensidad de la precipitación pluvial máxima, previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un periodo de retorno dado, en mm/h

A = Área de la cuenca en km²

C = Coeficiente de Escorrentía

Cunetas

[MTC05]Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el Cuadro N° 4.1.3a. El ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante el fondo o vértice de la cuneta.

TABLA N° 36 DIMENSIONES MINIMAS EN CUNETAS

REGION	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente MDCNPBVT-MTC

El desagüe del agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio.

Alcantarillas

[MTC05]El tipo de alcantarilla deberá de ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce; y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales. La cantidad y la ubicación serán fijadas en forma de garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas. Además, en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, salvo solución alternativa.

La distancia entre alcantarilla y su capacidad hidráulica será establecida de manera de evitar que las cunetas sobrepasen su tirante previsto de agua teniendo en cuenta las precipitaciones previstas de la zona y a las dimensiones de la cuneta.

En zonas lluviosas donde las cunetas sean revestidas, deberá colocarse como mínimo una alcantarilla de alivio cada 150 m. Si las cunetas no se revisten las máximas distancias recomendables entre alcantarillas son las que se muestran en la Tabla N° 21.

TABLA N° 37 DISTANCIA MAXIMA RECOMENDABLE ENTRE ALCANTARILLAS

PENDIENTE DEL CAMINO %	SUELOS NO EROSIONABLES O POCO EROSIONABLES	SUELOS EROSIONABLES
0 - 3	120	75
4 - 6	90	50
7 - 9	75	40
10 - 12	60	35
SUELOS POCO EROSIONABLES = SUELO PEDREGOSO, GRAVA Y ALGUNAS ARCILLAS		
SUELOS EROSIONABLES = SUELOS FINOS, LIMOS Y ARENAS.		

Fuente MDCNPBVT-MTC

Se requiere además que en los puntos bajos del perfil de las curvas vertical cóncava, deberá colocarse una alcantarilla.

Dimensiones Mínimas.

[MTC05]La dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación. Para el caso de las alcantarillas de paso es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea por lo menos 1.00 m, para las alcantarillas de alivio pueden ser aceptables diámetros no menores a 0.40 m., pero lo más común es usar un diámetro mínimo de 0.60 m en el caso de tubos y ancho, alto 0.60 m en el caso rectangular.

2.5.6 Estudio de Impacto Ambiental

Según MTC - PERÚ, en las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, indica que las autopistas, autovías y carreteras en general son obras en las que predomina la longitud y la continuidad respecto a su anchura, formando una obra lineal en forma de barrera,

cuya influencia sobre el medio ambiente viene condicionada por estas características.

La geometría actual de las carreteras está sujeta a normas precisas de pendientes, radio, anchuras y taludes, necesarias para una circulación rápida y segura, pero en muchas ocasiones hacen que sea difícil la adaptación al terreno provocando desmontes o terraplenes importantes, así como estructuras o túneles que destacan fuertemente del entorno.

La construcción de una carretera nueva requiere un despliegue de medios humanos, de movimiento de maquinarias y de aportación de materiales, que modifican el entorno inicial; algunos de una manera temporal, como los primeros y otro de una manera permanente como canteras, areneros graveras y zonas de préstamos.

Durante el uso de las carreteras se genera otra serie de modificaciones del entorno, producidas por el tráfico atraído, como ruido, emisión de gases, posibles vertidos contaminantes, accidentes, influencia sobre la fauna y la flora, modificaciones de la hidrología superficial y subterránea, y otros varios.

Los conceptos mencionados de una manera somera ponen de manifiesto que la construcción de una carretera produce una ínter relación de factores que es necesario estudiar para conseguir el máximo de bienestar para la sociedad, equilibrando los beneficios que se obtienen por la puesta en servicio de una carretera, con los perjuicios que se ocasionan al medio ambiente.

La carretera transforma para un gran periodo de tiempo la zona que atraviesa y por ello su efecto conjunto económico-ecológico debe ser beneficioso y progresar con el tiempo.

Los estudios de impacto ambiental deben tener como objetivo genérico la mejora de todo el entorno de la carretera de manera que el impacto negativo se reduzca a la mínima expresión, o incluso que se aumente la riqueza florística y faunística de la zona.

Como resumen esquemático de las ventajas e inconvenientes de una carretera, que es necesario ponderar en el estudio de impacto ambiental, en el siguiente cuadro las principales variables a tener en cuenta.

Según el Proyecto Especial Alto Mayo, en el área de Gerencia de Infraestructura nos indican que al realizar el estudio de impacto ambiental del Proyecto en Estudio, hemos tenido en cuenta los diversos problemas que podría ocasionar, en este caso refiriéndose a la mecánica de suelos, como a las excavaciones de calicatas al costado de la carretera,

se ha hecho las excavaciones cuidando los aspectos ambientales, protegiendo así posibles especies de flora como árboles que están en peligro de extinción u otras especies de plantas botánicas.

2.5.6.1 Ventajas

Según MTC - PERÚ, en las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, indican las siguientes ventajas:

a) Aspecto Económico

Aumenta la circulación de personas, mercancías.

Aumenta el desarrollo económico general de la zona.

Fomenta el turismo.

Redistribuye el tráfico reduciendo desplazamientos largos.

b) Aspecto Social

Aumento de posibilidades de traslado de los habitantes de zonas próximas.

Mejora la estación general de servicios a todos los usuarios.

c) Seguridad

Mejora la seguridad para los usuarios, sobre todo en autopistas.

Mejora de la seguridad de los habitantes de zonas próximas por supresión de pasos a nivel e intersecciones.

d) Infraestructura

Aumento de la red de vías de comunicación.

Aumento de zonas de servicios al usuario.

e) Entorno

Descubrimiento de nuevas zonas y paisajes.

Posibilidad de regenerar zonas áridas.

Aumento del valor de zonas artísticas apartadas.

2.5.6.2 Inconvenientes

Al realizar un proyecto de carretera o proyectos viales diversos, se generan varios inconvenientes, el cual generan problemas económicos, sociales, atenta a la seguridad de los peatones o vehículos que circulan por la zona, a la infraestructura del mismo proyecto dañando de esta manera el medio ambiente.

a) Aspecto Económico

Riesgo de despoblamiento de pequeños núcleos.

Desaparición de tierras agrícolas y bosques.

Creación de una barrera a las actividades agrícolas.

b) Aspecto Social

Producción de ruido y gases nocivos para los habitantes cercanos a la carretera.

Modificación de costumbres.

c) Seguridad

Inseguridad y riesgo de accidentes para peatones o vehículos lentos, si no se impide el cruce a nivel, o si las obras de paso están lejanas o incómodas.

d) Infraestructura

Destrucción de suelo agrícola o urbano.

Extracción de materiales, a veces escasos.

e) Entorno

Transformación del paisaje natural, con riesgo de destrucciones irreversibles.

Modificación del equilibrio geológico, microclimático, faunístico, botánico, hidráulico y humano.

2.5.6.3 Metodología de un Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) de una Carretera

Los estudios de impacto ambiental deben adaptarse a las normas legales especificadas por el Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. Existen múltiples publicaciones especializadas que pueden servir de orientación de un E.I.A de carreteras.

El objetivo de lo E.I.A. consiste en analizar el estado natural de la zona, tanto desde el punto de vista del medio físico, como del socioeconómico y cultural y después de este análisis previo, suponer razonablemente el estado final en que quedará la zona tras la construcción de la carretera. La diferencia entre el estado inicial y el final constituye el impacto ambiental.

El objetivo principal es obviamente elegir la solución que menos perturbe el medio físico y humano y también proponer las medidas correctoras oportunas que atenúen este impacto negativo o que incluso supongan una mejora en algunos casos y zonas parciales.

La máxima eficacia de los Estudios de Impacto Ambiental se obtiene al desarrollar con la mayor amplitud posible en los estudios previos de carreteras, ya que pueden influir en la elección del itinerario alternativo más idóneo que evite el paso por zonas protegidas (parques naturales, bosques, reservas faunísticas, yacimientos arqueológicos paisajes interesantes, etc.). En la fase de anteproyecto el EIA permite menos variaciones espaciales, pero aún puede ejercer un efecto beneficioso en el campo de la elección de soluciones estructurales (puentes, túneles, desmontes, terraplenes, cauces naturales, etc.), y también precisar las medidas correctoras, indicadas en el E.I.A. del estudio previo.

En la fase de proyecto la actividad más importante de un Estudio de impacto Ambiental es la adopción, diseño y valoración de las medidas correctoras más adecuadas en cada punto concreto (barreras visuales, acústicas, protección de taludes, plantaciones en medianas, taludes y entorno, miradores, parques laterales, etc.)

El conjunto de acciones y objetivos de un EIA de carreteras se los puede resumir según las fases del diseño de una carretera.

Tabla N° 38: Objetivos principales de un E.I.A de carreteras

FASE	<i>Análisis del estado inicial</i>	<i>Valoración impactos</i>	<i>Medidas correctivas</i>
Estudios Previos	Elegir la solución de trazado más favorable entre varias alternativas	Análisis de impactos generales en zonas amplias.	Indicación de tipos generales.
Ante proyecto	Elección de soluciones estructurales concretas en las zonas localizadas	Análisis de impactos detallados en zonas relativamente estrechas	Elección de un tipo de medidas correctoras por clase de impacto y zona.
Proyecto	Elección y justificación de cada parte del proyecto para reducir al máximo la modificación del medio	Análisis, medición, cuantificación de un impacto concreto en cada punto que sea necesario.	Diseño completo y presupuesto de cada medida correctora en cada punto.

Fuente: Plan Vial Provincia de Rioja.

El desarrollo de un E.I.A., aunque es una actividad relativamente nueva en los proyectos de carreteras, no debe tratar de imponer una defensa a ultranza del medio natural, sino guardar un equilibrio entre las ventajas e inconvenientes de la construcción de una carretera citados anteriormente logrando la máxima utilidad posible con el mínimo daño del medio ambiente.

2.5.6.4 Justificación para el Estudio del Impacto Ambiental

Según MTC - PERÚ, en las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, indica que actualmente muchos proyectos de carreteras se planifican y realizan sin un adecuado estudio de impacto ambiental, debido principalmente al reducido presupuesto con que

cuenta el estado para llevarlo a cabo, y cuya adecuada aplicación incrementaría notablemente el presupuesto al momento de ejecutarse.

Todo esto unido con los intereses políticos de realizarlo lo más pronto y barato posible contribuye a descuidar la aplicación de un estudio de impacto ambiental que a la larga favorece el mantenimiento en buen estado de las carreteras. La construcción y funcionamiento del proyecto acarrearán muchos efectos al medio ambiente y la población en general que hay que prevenir, razón por la cual se realizará el estudio respectivo.

2.5.6.5 Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental

Según MTC - PERÚ, en las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, nos dan los siguientes objetivos:

Analizar los impactos ambientales que tendrá la construcción del proyecto de carretera, bajo un contexto en el que el medio ambiente se le conceptúa como un sistema complejo dispuesto en el espacio y el tiempo, constituido por elementos y procesos de orden natural, social, económico y cultural.

Permitirá el examen y la evaluación sistemática de las consecuencias ambientales del proyecto, teniendo como objetivo que las autoridades y la sociedad en su conjunto cuenten con información profunda acerca de las implicancias socio - ambientales que podrían traer como consecuencia la construcción de dicha carretera.

Establecer un plan de manejo ambiental y proponer un plan de monitoreo que evalúe la efectividad de las medidas correctivas.

Diseñar un plan de monitoreo cuyos sistemas de seguimiento y control permitan evaluar el comportamiento, eficiencia y eficacia del plan de manejo, así como del proyecto.

Tomar decisiones acerca de la viabilidad del proyecto con el debido sustento técnico.

2.5.6.6 Factores Ambientales del Medio

Según MTC - PERÚ, en las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras indica que los factores ambientales del medio natural serían afectados por la ejecución de la carretera

son: suelo, aire, agua, medio ambiente y socio económico, el cual incluyen acciones humanas en el proyecto, es decir lo siguiente:

A. Acciones Humanas del Proyecto

La vía a construirse será diseñada teniendo en cuenta todos los criterios adoptados por las Normas Peruanas de carreteras de tal forma que permitan una mejor calidad y comodidad para el transporte, así como para los transeúntes que utilicen esta vía, el proyecto no solo beneficiara a toda la población aledaña, sino también a los turistas que inmigren de otras zonas, incrementándose notablemente el potencial turístico del departamento de San Martín.

Por tal motivo las acciones que corresponden para el E.I.A. Están en relación con las partidas a ejecutar y que tienen como finalidad el evaluar y corregir las repercusiones que representarán los diferentes trabajos mediante un plan de manejo ambiental en la construcción de la carretera.

Se ha realizado el seccionamiento transversal del eje cada 20 m. y en los puntos de inflexión del terreno cada 10m, en una distancia promedio de 20m a ambos lados del eje de la carretera.

Los taludes en cortes han sido asumidos según el tipo del suelo, y en relleno 1: 1.5 (V:H), con el fin de garantizar la estabilidad de los mismos.

2.6 Marco Conceptual: Terminología Básica

Según los reglamentos vigentes la clasificación que se le da al sistema de vías en el Perú está en función a su operatividad, su ubicación geográfica, relieve orográfico, y demás consideraciones. Y se aplican para el diseño de carreteras con superficie de rodadura de material granular, según correspondan a la clasificación que se establece en el Manual de Diseño Geométrico DG-2001 del MTC del Perú.

Para el correcto entendimiento de los términos empleados se presenta una descripción de su significado según reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial del MTC.

Área de Influencia

El área de influencia corresponde al área geográfica del proyecto e incluye los centros poblados y áreas productivas que harán uso del camino. Se puede asumir el área de influencia como la que está constituida por los centros poblados en una franja de 2.5km

a cada lado del eje de la vía. Un mayor análisis involucraría otros centros poblados, justificando el intercambio de actividades socioeconómicas.

Berma

Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

Bombeo

Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

Camino Vecinal

Vía de servicio destinada fundamentalmente para acceso a chacras.

Calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

Curva de Transición

Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos circulares de radio diferente.

Curva Vertical

Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

Derecho de Vía

Faja de ancho variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera y todas sus obras accesorias. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) La propiedad del terreno para Derecho de Vía será adquirido por el Estado, cuando ello sea preciso, por expropiación o por negociación con los propietarios.

Diseño Geométrico

Es el estudio geométrico de una carretera tomando como base el tráfico que soporta, el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que debe reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión inteligente.

Distancia de Adelantamiento

Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto. En el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto.

Distancia de Cruce

Es la longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera (vía preferencial).

Distancia de Parada

Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

Eje

Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

Índice Medio Diario (IMD)

Número promedio de vehículos medidos en un período de 24 horas del total que pasan por una sección determinada de una vía.

Índice Medio Diario Anual (IMDA)

El volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año.

Mejoramiento de Carreteras

Consiste en ampliar o mejorar las características técnicas y geométricas de las carreteras, con variaciones en el eje transversal o eje vertical, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura con respecto al diseño original de la vía.

Mantenimiento de Carreteras

Actividades rutinarias y periódicas que se efectúan para que las carreteras se conserven en buenas condiciones de transitabilidad.

Muros de Contención y Protección

Estructura que sirve para estabilizar los taludes muy pronunciados, para evitar el deslizamiento de la calzada, o de protección contra la erosión del camino. Pueden ser contruidos con piedra (muros secos, gaviones, enrocados) o con concreto (muro ciclópeo).

Ramal

Vía que une las calzadas que confluyen en una intersección para solucionar los distintos movimientos de los vehículos.

Rasante

Línea que une las cotas de una carretera terminada.

Rehabilitación de Carreteras

Consiste en reponer las condiciones las características técnicas iniciales de construcción de una carretera.

Sección Transversal

Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

Subrasante

Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

Obras de Drenaje

Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, drenar las aguas que afectan el camino, evitar la erosión de terraplenes, etc. Ejemplo: cuneta, alcantarilla, tajea, zanja de coronación, drenes.

Obras de Arte

Son todas aquellas obras complementarias contruidas a lo largo del camino y que son necesarias para garantizar el adecuado tránsito de vehículos, cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, evitar la erosión de terraplenes, etc. Ejemplo: puentes, pontones, badenes, muros de contención.

Pavimento

Es la estructura contruida sobre la subrasante, para los siguientes fines.

- (a) Resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos
- (b) Mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.

Plataforma

Ancho total de la carretera a nivel de subrasante.

Peralte

Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.

Pendiente

Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

Vehículo

Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

Variante de Trazado

Obra de modernización de una carretera en planta o en perfil cambiando su trazado para optimizar su diseño.

Vía Colectora – Distribuidora

Calzada con sentido único de circulación, sensiblemente paralela a la carretera principal, cuyo objeto es separar de dicha carretera principal las zonas de conflicto que se originan por las maniobras de cambio y trenzado de vehículos en tramos con salidas y entradas sucesivas muy próximas.

2.7 Marco Histórico

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial. En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social y político.

El diseño geométrico de carreteras es la parte más importante del estudio para materializar la construcción de cualquier vía o carretera, no importa su magnitud ya que nos dará una idea concreta de lo que será nuestra carretera. Se debe tomar muy en cuenta el tipo de topografía del terreno porque de esta se determinará su funcionalidad, su costo, su seguridad y otros aspectos importantes de ella y de esta manera aplicar en el camino Vecinal San Miguel Cordillera del Cóndor–Acceso Paraíso, ubicada en el Distrito de Nuevo Cajamarca en la provincia de Rioja, Región San Martín.

2.8 Hipótesis

El Diseño Geométrico y Sistema de drenaje del Camino Vecinal SAN MIGUEL CORDILLERA DEL CONDOR-ACCESO PARAISO, DISTRITO NUEVO CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIOJA, REGION-SAN MARTIN, permitirá contar con un Estudio de Pre-inversión y por consiguiente contar con el Expediente Técnico para tramitar el financiamiento y que al ser ejecutado mejorara las condiciones Socio-económicas poblaciones aledañas al Proyecto.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

Recursos Humanos:

Asesor

Tesista

Técnico de Laboratorio

Jefe de Laboratorio

Recursos Materiales:

Muestra De Suelos

Carta Nacional A Escala 1:100,000

Mapa Vial Del Departamento De San Martín.

Recurso Equipos:

Wincha De 50 Metros Lineales

Estación Total TOPCON 3105w de 5" de precisión

Bolsas Y Recipientes Para Las Muestras De Suelo

Equipo De Mecánica De Suelos

Lampas Para Excavación

Calculadora Científica Casio Class Pad 330

Otros Recursos:

Material Bibliográfico

Cámara Fotográfica Canon

Cámara Fotográfica Canon

Material De Escritorio

Software De Cómputo: Microsoft Office Y Autocad

Internet (Buscadores De La Web)

Hardware: Computadora Portátil Intel Core I5

Impresora Canon Pixma 220 Serie

Plotter Hp 100 Series

3.1.1 Recursos Humanos

Para este presente trabajo de investigación se contó con la colaboración del siguiente personal:

- a) El Asesor:** Es el que orienta y coordina el desarrollo de la metodología de la investigación de este trabajo para llegar a los objetivos planteados.
- b) El Tesista:** Es el encargado de desarrollar el trabajo de investigación manejando todos los procesos que intervienen en el desarrollo, coordinando constantemente con el asesor y el personal del laboratorio para llegar a la conclusión de los objetivos trazados.
- c) El Técnico de Laboratorio:** Es el que realiza las pruebas de los materiales a utilizar, estudio de mecánica de suelos así como también interviene en coordinación con el Tesista de acuerdo al objetivo planteado para luego continuar con los demás procesos.
- d) El Jefe de Laboratorio:** Es la persona responsable del Laboratorio de Ensayo de Materiales el cual interviene en todo el proceso de pruebas y diseño y diagnóstico final certificando así todas las pruebas realizadas por el Tesista.

3.1.2 Recursos Materiales

Para este trabajo de Tesis se utilizaron los siguientes materiales:

a) Muestra de suelos:

Con las muestras obtenidas, en la excavación realizada, se ha verificado la clasificación visual y efectuándose en el laboratorio los diferentes tipos de ensayos necesarios para la elaboración de este proyecto.

b) Carta nacional a escala 1:100,000

Se hizo uso de la carta nacional para identificar las coordenadas y de esta manera ubicar al proyecto con respecto al sistema de coordenadas universal.

c) Mapa Vial del Departamento de San Martín

Se hizo uso del mapa vial del Departamento de San Martín para guiarnos y saber la ubicación exacta de la localidad del proyecto (tramo San Miguel Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso), y saber además las conexiones de carreteras que tiene el proyecto.

3.1.3 Recursos De Equipos

a) Wincha de 50 metros lineales

Se ha utilizado wincha para medir la distancia para la excavación de suelo y de esta manera poder extraer la muestra para el laboratorio, las calicatas se realizarán a cada 250 metros dentro del proyecto.

Bolsas y recipientes para las muestras de suelos.

Se ha utilizado las bolsas y recipientes para extraer muestras de suelo de las calicatas y las canteras que se ha utilizado en el proyecto.

b) Equipos de Mecánica de Suelos.

Los equipos de mecánica de suelos han sido utilizados para poder saber los tipos de suelos que existen en la zona del proyecto, y de esta manera concluir si el suelo es bueno, regular o malo, estos son los ensayos estándares que se utilizaron durante el proyecto:

Análisis granulométrico por tamizado.

Material pasante la malla N° 200.

Límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad).

Clasificación SUCS.

Clasificación AASHTO.

Contenido de humedad.

Proctor modificado.

California Bearing Ratio (CBR).

Para estos ensayos se han utilizado los equipos siguientes:

Estufa electrónica MEMMERT de 30 a 225 °C

Es el equipo que sirve para para el secado de muestras de suelos. Se utilizará la estufa electrónica para poder obtener los límites de consistencia.

Balanza electrónica de 300 gr, 600 gr, 3 kg, 6kg y 12kg.

Se utiliza este equipo para el pesado de muestras de suelo.

Equipo de Copa de Casagrande.

El equipo de Copa de Casagrande se utiliza para la determinación del Límite Líquido y el Límite Plástico y junto con los Ranuradores AASHTO, Plástico, y la placa de virio se determina dichos límites.

Ranuradores AASHTO.

Se utilizará para controlar el ancho de la ranura de la muestra de suelo en la copa de Casagrande para el límite líquido.

Ranuradores de plástico.

También se utilizará con el fin de controlar el ancho de la ranura de la muestra tomada de suelo en la copa Casagrande para el límite líquido.

Placa de vidrio de 30 x 30 cm.

Juego de tamices desde 2" hasta la malla N° 200.

Los juegos de tamices sirven para la determinación de la granulometría de suelos.

Balanza hidrostática de 6000 gr.

Se utiliza para determinar los pesos específicos en las muestras de los suelos.

Equipo completo de compactación:

Se utilizan para la determinación de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad.

Molde de 6"

El Molde de Compactación Modificado se utiliza para llevar a cabo el ensayo ASTM de la Relación Humedad-Densidad de los Suelos.

Pisón de 18 Pulg.

Que está diseñado para dejar caer un peso de 10 libras a una distancia de 18 pulgadas.

Malla 3/4 y N° 4

Equipo completo de CBR:

Sirve para la determinación de los parámetros de resistencia de suelos de 1 pulgada y 2 pulgadas, siendo el equipo completo los siguientes:

Molde 6"

Servirá para colocar el material suelo para la compactación con el pisón.

Disco espaciador.

Pisón de 18 pullg.

Marco de carga CBR.

Papel filtro

Trípode de aumento de volumen.

Para sostener el molde.

Dial de expansión.

c) Lampas para excavación.

Se ha utilizado lampas para la excavación de las calicatas para la extracción de las muestras, los cuales serán transportados en sacos y/o bolsas al laboratorio.

d) Calculadora Científica Casio Class Pad 330

Se usó la calculadora Científica para el proceso de cálculo y de esta manera poder obtener los resultados de espesor de la capa base para el afirmado, además para los diferentes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y los resultados de tráfico.

3.1.4 Otros Recursos

En la elaboración del presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos de gabinete:

a) Material Bibliográfico: Libros de especialidad referente al tema y contemplado en el Marco Teórico.

b) Cámara fotográfica Canon

- c) Material de Escritorio: CD-R, CD-RW, USB, tinta para impresora, lapiceros, lápices, papel A-4, etc.
- d) Software de Cómputo: Microsoft Office (Word, Excel, y Power Point), Autocad 2016
- e) Internet: En la Red se encontró información actualizada.
- f) Hardware: Computadora Toshiba Intel Core i5
- g) Impresora: Canon Pixma 220 series
- h) Plotter: HP 100 Series.

3.2 Metodología

Los Métodos a emplear en el desarrollo del trabajo serán **Descriptivo-aplicativo** tratándose de Caminos con la visita previa a campo y un reconocimiento del área de estudio en el rubro de Mejoramiento de carreteras.

El trabajo de campo, donde se puede tomar los datos necesarios a través de la topografía y las muestras de suelos ya con estos datos plantear los criterios para el diseño.

El trabajo de gabinete, donde se procesan los datos tomados en campo. Dimensionamiento y diseño en concordancia con los criterios que nos señalan los respectivos reglamentos de construcción y diseño geométrico de carreteras.

3.2.1 Universo, Muestra, Población

3.2.1.1 Universo

El estudio realizado, basado en el manual Manual de Diseño de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes, el cual nos delimita que nuestro universo, está conformado por normativas que organizan y recopilan las técnicas y procedimientos para el Diseño Vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros.

3.2.1.2 Muestra

La muestra lo constituye el método en sí que utilizaremos en este proyecto, abarca la información necesaria y los diferentes procedimientos, para la elaboración del Diseño Geométrico, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia de las demás normas vigentes sobre la gestión de la infraestructura vial.

3.2.1.3 Población

La población tiene que ver con el tamaño del universo, y como este es la aplicación del Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje en el camino vecinal San Miguel Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso, entonces la población serán las normativas que organizan y recopilan las técnicas y procedimientos para el diseño vial.

3.2.2 Sistema de Variables

3.2.2.1. Variable Independiente

El Diseño Geométrico y Sistema de Drenaje será el de mayor performance en el mejoramiento Del Camino Vecinal San Miguel Cordillera del Cóndor – Acceso Paraíso, para lo cual se utilizaron el Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito y el Manual de Diseño Geométrico del MTC..

3.2.2.2. Variable Dependiente

Mejoramiento de la operación del camino vecinal.

3.2.3 Tipos y Nivel de la Investigación

TIPO: Investigación aplicada

NIVEL: Básico

3.2.4 Diseño de Instrumentos

El levantamiento topográfico del Camino Vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

3.2.4.1 Ámbito Geográfico

Se ubica en la Provincia de Rioja, Distrito de Nuevo Cajamarca localidad de San Miguel Cordillera del Cóndor-Acceso Paraíso, en la Región San Martín, la cual, el proyecto tendrá una comunicación muy fluida a través de la carretera Nacional Fernando Belaunde Terry.

3.2.4.2 Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos

Se utilizó Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

3.2.5 Procesamiento de Información

Se presentan los procedimientos a utilizar en el desarrollo de la presente investigación, empezando en primer lugar por la Geodesia y Topografía, en todos los trabajos Topográficos se aplicara el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP); la Hidrología y Drenaje, estos estudios nos proporcionan los elementos de diseño necesarios para dimensionar las obras; Geología y Geotecnia, se debe trabajar de forma coordinada con los especialistas en Geología y Geotecnia para la detección de posibles zonas conflictivas desde el punto de vista geotécnico que puede justificar alguna otra alternativa de trazado; Aspectos Ambientales; Estudio de Seguridad Vial; Reconocimiento del Terreno y Derecho de Vía o Faja de Dominio.

3.2.5.1 Diseño de Pavimento

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o afirmado, se desarrolló el método de NAASRA.

3.2.5.1.1 Método NAASRA

Basada en la ecuación empírica que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado expresada en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

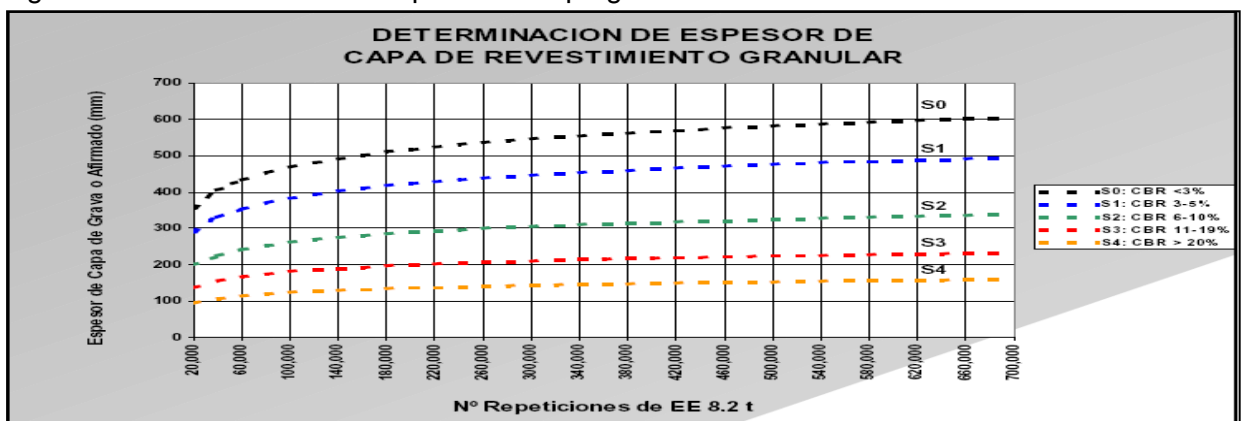
Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Figura 05: Determinación de espesor de capa granular base



Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA

3.2.5.1.2 Cálculo del Índice Medio de Tráfico

La proyección del tránsito de los vehículos del área de influencia de la carretera vecinal en estudio corresponde para un horizonte de planeamiento de 10 años, establecido para este tipo de proyectos y expresado en términos de Índice medio Diario IMD.

La proyección se ha realizado tomando como referencia el tráfico base de los vehículos de pasajeros (vehículos ligeros), considerando la tasa promedio de crecimiento de la población del área de influencia directa del proyecto, que es de 3.5% promedio anual para el horizonte de planeamiento del proyecto, al que se le incrementará en un 100% debido a los trabajos de mejoramiento del camino vecinal y porque se está dando un repoblamiento en la zona. Por lo tanto, la Tasa de Crecimiento adoptada para vehículos ligeros es de 3.50%. Para los vehículos pesados se ha estimado en función al comportamiento de la actividad económica predominante en el área de influencia, la tasa de crecimiento asumida de manera conservadora es de 5.5 %.

Cuadro N° 01. Tasa de Crecimiento de Vehículos

TASAS DE CRECIMIENTO	
VEHICULOS LIGEROS	2.00 %
VEHICULOS PESADOS	4.34 %

En la proyección del tráfico generado, se ha estimado que la ejecución del proyecto dará un impacto a la actividad económica de relativo orden de importancia, que impulsará a la población a incrementar sus áreas de cultivos disponibles, que le permitirá tener un excedente exportable mayor a la situación actual, pero que no amerita un análisis del método del excedente del productor. Por lo que se considera un 30 % del tráfico normal.

3.2.5.1.3 Clasificación de los Suelos

Trabajos de Laboratorio

Ensayos Estándar

Con las muestras obtenidas, en la excavación realizada, se ha verificado la clasificación visual y efectuándose en el laboratorio los siguientes ensayos:

Análisis granulométrico.

Límites de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico)

Clasificación SUCS y AASHTO.

Contenido de Humedad.

Relación Densidad-Humedad.

Peso Volumétrico.

Próctor Modificado.

Valor Relativo de Soporte (C.B.R.)

Los ensayos señalados fueron realizados en concordancia con las normas ASTM respectivas, y los resultados de las características de los suelos; obtenidos han sido comparados con las que se obtuvieron en el campo, en la clasificación visual, compatibilizándolas en los casos necesarios para obtener los perfiles definitivos de los suelos; los que se presentan adjuntos.

Los resultados, conclusiones y recomendaciones derivadas del presente informe, se incluyen en los acápites correspondientes; así como los cuadros, gráficos y perfiles adjuntos.

3.2.6 Análisis de los Resultados

De las exploraciones de campo, así como los resultados obtenidos en el laboratorio, se ha efectuado la identificación de los suelos de la sub-rasante. En consideración a los sectores observados se han considerado pertinente describir el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio de la forma siguiente:

Superficie de Rodadura

La superficie de rodadura se encuentra en regular a mal estado, apreciándose que el afirmado existente se encuentra totalmente disgregado y contaminado, habiendo perdido sus características físicas y mecánicas por acción del tránsito vehicular así como por la escorrentía superficial producto de las precipitaciones.

Estas condiciones han sido provocadas por las precipitaciones intensas cíclicas que se dan en la zona de selva, que ocasionan que los componentes finos de la capa de afirmado se “laven” dejando expuestos los elementos granulares que son disgregados por el paso de los vehículos; este impacto de las lluvias sobre el afirmado se potencia

por la baja calidad del material del afirmado, que contiene un elevado porcentaje de finos, lo que determina su alta susceptibilidad a las precipitaciones.

En términos generales y en consideración al buen estado del afirmado existente, así como a la disimilitud observada en los espesores de dicha capa, debemos aprovechar un eventual aporte estructural de la capa de afirmado.

Se ha evaluado preliminarmente esta superficie a efectos de considerar su posible uso como parte de la plataforma de diseño y considerar su integración a la estructura del pavimento, concluyéndose que no es factible en ningún caso debido a que dicho afirmado (en los sectores donde existe) ha perdido sus características físicas y mecánicas que debe tener el material de afirmado, así como encontrarse disturbado y, en algunos sectores, contaminado con materia orgánica.

Sub rasante.

Como sabemos, se denomina subrasante a las capas que se encuentran debajo de la estructura del pavimento, en el presente caso, considerando que en la mayor parte del camino estudiado el afirmado se encuentra en mal estado o no existe, se determina que la actual superficie de rodadura puede ser considerada como superficie de la subrasante, debiéndose efectuar labores de perfilado y/o “raspado” de la actual superficie.

En todo caso, para efectos de evaluación y diseño, se ha considerado como subrasante a los estratos que componen el suelo natural y que se encuentran debajo del nivel de perfilado proyectado. En todos los casos, las profundidades estudiadas son mayores a 1.50 m por debajo del nivel de corte o explanación proyectada, no habiéndose detectado nivel freático en ninguna de las calicatas excavadas.

3.2.7 Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales.

Se ejecuta mediante la secuencia de las siguientes actividades:

Descripción del proyecto: comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento así como durante su operación.

Evaluación sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el Camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que puedan ocurrir, como resultado de los trabajos de Mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales.

Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y normatividad vigentes así como de la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

IV RESULTADOS

4.1 Resultado del Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico para la elaboración del estudio de Diseño Geométrico del Camino Vecinal Tramo: SAN MIGUEL – CORDILLERA DEL CONDOR – ACCESO PARAISO L= 2.641 KM. se realizó de acuerdo a las características y condiciones que requiere este tipo de estudio.

El análisis de tráfico se sustenta principalmente en la información recopilada en el trabajo de campo, conteo volumétrico, realizado con personal capacitado en estudio de tráfico.

Es importante reconocer que, a lo largo del tramo en estudio, no existe la posibilidad de que el tránsito se desvíe, puesto que es la única vía de entrada y salida en cada tramo respectivamente.

4.1.1 Objetivo del Tráfico

El objetivo del estudio, es obtener el volumen de tráfico de la vía, la clasificación vehicular, analizar las proyecciones 2016 –2026 (10 años vida útil del mejoramiento) en el tramo en estudio.

4.1.2 Planificación del Estudio de Campo

Para efectuar el trabajo, previamente se ha realizado un recorrido de reconocimiento del tramo, a fin de establecer el lugar apropiado para la ubicación de la estación.

El método de control utilizado para el conteo vehicular se realizó en forma Manual el cual proporciona una información mas completa para el tiempo corto que ha demorado el trabajo.

En el tramo se ha ubicado una estación de control con una persona encargada de realizar la clasificación (conteo) de los vehículos, el cual es:

TRAMO: San Miguel – Acceso Paraíso – Cordillera del Cóndor KM 0+000

Por las características del tramo se ha considerado efectuar conteos solo en una estación, ubicado en el km 00+000 (caserío de San Miguel), por no existir la posibilidad de que este flujo vehicular disminuya o aumente después de este punto.

De acuerdo a los requerimientos del estudio, se preparó un itinerario de tráfico programándose en la estación establecida el conteo de tráfico las 24 horas durante 7

días (una semana), en las cuales se clasificaron los vehículos, según la hora de paso, sentido y tipo.

El equipo para la ejecución de la labor de campo, fue conformado por un técnico clasificador especializado en el control de tráfico.

UBICACIÓN DE LA ESTACION KM 0+000

Cuadro N° 02. Ubicación de Estación de Conteo de Vehículos

TRAMO I	ESTACION	DURACION	UBICACIÓN
SAN MIGUEL – C. DEL CONDOR – ACCESO PARAISO	E-01	7 días 5 laborables Sábado + Domingo	PROG. 0+000 (Caserío San Miguel)

METODOLOGIA

Cálculo del Volumen Promedio Diar

$$IMD_s = (s + d + 5 \cdot I) / 7$$

$$IMD_a = FC \cdot IMD_s$$

Donde:

d = Volumen vehicular del día domingo.

s = Volumen vehicular del día sábado.

I = Volumen vehicular promedio diario de los días útiles.

FC = factor de corrección estacional.

IMD_a = Índice Medio Diario Anual.

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal de la muestra vehicular.

Factores de Corrección.

Los volúmenes de tráfico obtenidos en la estación de control, varían durante el año debido a diferentes causas, por lo que es necesario afectar por un factor de corrección mensual, estacional a los volúmenes hallados en campo.

Los resultados obtenidos en el campo, en la Estación E01 se corregirán mediante el factor de corrección estacional, elaborada en función de la información obtenida de la

estación, en vista de que no existe información de estaciones de mayor control en el sector en estudio.

4.1.3 Ejecución del Estudio de Campo.

TRAMO : SAN MIGUEL – ACCESO PARAISO – CORDILLERA DEL CONDOR

La Estación E01 fue ubicada en progresiva 0+000 (Caserío San Miguel), siendo el lugar mas apropiado según las recomendaciones del Manual para Estudio de Trafico del MTC. Las labores de campo se realizaron durante 7 días, iniciándose el día 07 de marzo y concluyendo el 13 de marzo del 2016. Los conteos de volumen y clasificación vehicular se realizaron para cada uno de los sentidos de transito, durante las 24 horas del día.

4.1.4 Resultados Obtenidos

Habiéndose realizado en gabinete la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvieron los resultados siguientes:

Cuadro N° 03. Resultados Obtenidos del Conteo de Vehículos

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular Por Día							Total Semanal	I.M. D Semanal	IMD Anual	Porcentaje
	1	2	3	4	5	6	7				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automóvil	8	10	9	7	8	9	7	58	8	9	29.43%
Camioneta	7	9	7	9	8	7	8	55	8	8	27.91%
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión 2E	14	12	13	16	12	14	13	94	13	13	42.66%
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	29	31	29	32	28	30	28	207	30	30	100.00%

Al analizar los resultados del flujo de vehículos podemos concluir que la demanda actual del camino vecinal está dada por:

Cuadro N° 04. Trafico Actual

Tipo de Vehículo	IMD	DISTRIBUCION
		%
Automóvil	9	29.43%
Camioneta	8	27.91%
Camioneta Rural	0	0.00%
Camión 2E	13	42.66%
Camión 3E	0	0.00%
TOTAL	30	100.00%

Fuente : Elaboración Propia

4.1.5 Análisis de Resultados.

En el Tramo se registra un Índice Medio diario de 30 vehículos diarios. Se observó que en este tramo circulan en mayor porcentaje camiones de 02 ejes (Camión 2E) con 42.66% de incidencia.

Por lo anteriormente expuesto el Índice Medio Diario (IMD) de tráfico vehicular actual (2016) queda establecido en 30 vehículos por día, lo cual constituiría el tráfico normal, sin embargo al mejorar las condiciones de transitabilidad del camino, el número de vehículos se incrementará, obteniéndose un tráfico generado adicional. Consideraciones que se deberá tener en cuenta para el cálculo del pavimento en el Estudio de Suelos.

4.2 Trazo en Planta

4.2.1 Criterios de Trazo

El eje definitivo se desarrolló aprovechando la trocha ejecutada en el reconocimiento de la ruta más aceptable, dentro del marco de las Normas Peruanas de Carreteras, corrigiendo alineamientos y efectuando curvas de tal manera de obtener un proyecto para una carretera de la categoría de tercer orden, que permita una velocidad directriz de 30 km/h.

4.2.2 Descripción del Trazo

El punto de inicio del trazo se encuentra en el caserío de San Miguel, en la Progresiva 00+000, continua hacia el caserío Acceso Paraíso en la progresiva 1+641.00, y un segundo tramo inicia a 300 m del caserío de San Miguel (progresiva 0+000) y sigue hacia el caserío de Cordillera del Cóndor en la progresiva 1+180.00. En todo el tramo el eje atraviesa una topografía accidentada y ondulada.

El trazo cruza cauces, la mayoría de ellas secas en período de verano. Cabe mencionar que se generan como promedio tres curvas por kilómetro las cuales cumplen con los radios que especifican las Normas Peruanas de Construcción de Carreteras.

4.2.3 Trabajos de campo

El trabajo se llevó a cabo en armonía a lo establecido en las Normas Peruanas. Los ángulos de deflexión de los puntos de intersección se han medido por reiteración con aproximación al segundo, con una Estación Total Marca SOKKIA Modelo SET3, las curvas horizontales se han replanteado por el método de deflexiones y los puntos principales de éstas han sido señalados con estacas de madera y clavos pintados de color rojo, de éstos mismos puntos se ejecutó el seccionamiento transversal con ancho de 10 m a ambos lados del eje.

Se ha ejecutado la nivelación longitudinal del eje cada 20 metros en tangentes y cada 10 metros en curvas, o menos en puntos de cambio del relieve del terreno, los que han sido indicados y señalados con estacas de madera y pintados de color rojo.

Con nivelación cerrada del eje se colocaron Bench Mark cada 500 metros, monumentados con hitos de concreto con una varilla de acero corrugado colocado en el centro, siendo la parte superior de estas varillas el nivel de cotas.

4.2.4 Dibujo de la planta

Con los datos de orientación con respecto al Norte, se han dibujado la planta a la escala 1:2000, con curvas a nivel a intervalos de 1 metro en una faja de 10 metros a cada lado del eje.

En éste dibujo se han reflejado los detalles más importantes existentes, cruce de poblados, ubicación de alcantarillas y badenes. Así mismo, se incluye los datos geométricos del eje definitivo, progresivas y elementos de las curvas.

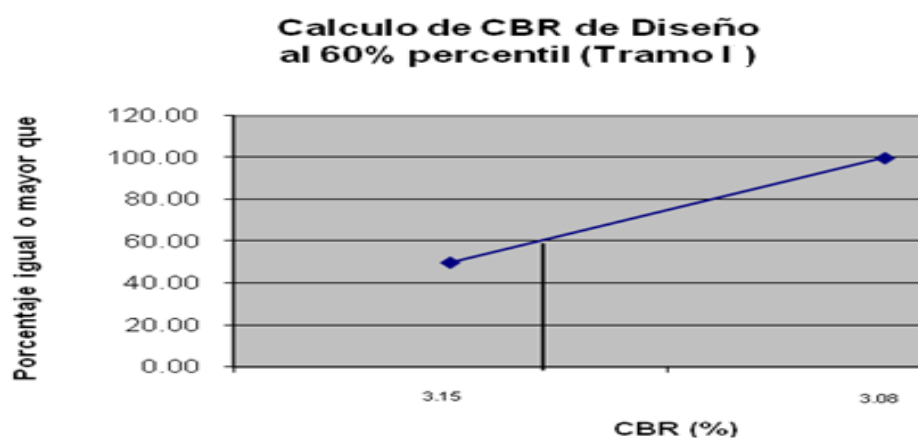
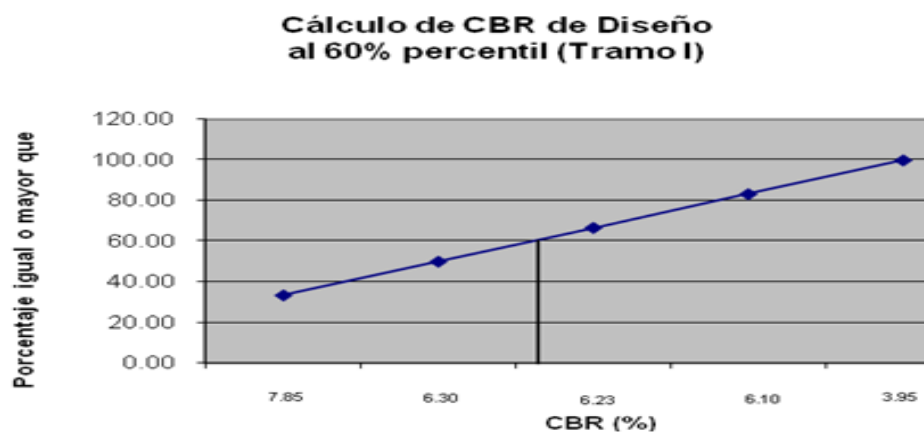
4.3 Diseño de Pavimento

4.3.1 Determinación del CBR de Diseño

Para tal efecto, se ha empleado la metodología recomendada por el MTC para diseño de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, habiéndose identificado y agrupado tramos homogéneos con longitudes mínimas de 1.50Kms, determinando su CBR de diseño de cada tramo de manera siguiente:

Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, menor de 1×10^5 : el CBR de diseño será aquel que represente el percentil 60% de los valores de CBR.

Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, entre de 1×10^5 y 1×10^6 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 75% de los valores de CBR.



4.3.2 Determinación del Espesor del Pavimento

Para la determinación del espesor del pavimento a nivel de afirmado se ha empleado para el Método NAASRA el catalogo de secciones de pavimentos, el mismo que ha sido elaborados en función de cada tipo de tráfico y del valor soporte de la subrasante.

Método NAASRA

Con el EAL8.2 TON = 1.60×10^4 repeticiones se ha clasificado al tráfico como clase T0 ($< 3.2 \times 10^4$), así mismo se ha determinado la subrasante de los diferentes tramos de la vía como de tipo S2 (Sub rasante regular) con valores de CBR comprendidos entre 6% a 10%, parámetro con el cual valiéndonos del catálogo de estructuras de superficie de rodadura elaborado por el MTC, se ha establecido el espesor del pavimento en 28 cm., según siguiente detalle:

Cuadro N° 05. Espesor de Pavimento Adoptado

Progresiva	CBR al 60% percentil	Espesor Calculado	Espesor Adoptado
00+000 – 1+641	6.24	0.20	0.20
00+000 – 1+180	3.12	0.20	0.20

Tomando en consideración lo expuesto, se recomienda conformar la estructura del pavimento de un espesor de 20 cm en toda la vía, ya que en el tramo desde la Progresiva Km. 00+000 al Km. 0+1000 existe una capa de afirmado de 5 cm, lo cual se aprovechará su aporte estructural.

4.4 Características Técnicas del Camino Vecinal Mejorado

En concordancia con las metas propuestas en el estudio de Pre Inversión y el Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, el camino vecinal tendrá las siguientes características técnicas.

Las principales características del diseño geométrico, que se detallan en los planos respectivos, se pueden establecer en:

Cuadro N° 06. Características del Diseño Geométrico

Camino vecinal	: San Miguel – Acceso Paraíso – Cordillera del Cóndor
Longitud	: 2.641 km.
Categoría	: Tercer orden
Velocidad directriz	: 30 Km/h.
Radio min. Normal	: 25 m.
Radio min. excep.	: 10 m.
Pendiente máxima	: 10%, en tramos máximo de 500 m
Altura S.N.M.	: 930.00 m.
Ancho de sup. de rod.	: 4.00 m.
Ancho de Bermas	: 0.50 m.
Bombeo	: 2.0%
Cunetas laterales	: 0.75 x 0.30 m., sin revestir
Talud de relleno	: 1: 1 (V:H)
Talud de corte	: 1.5:1 (V:H)

4.5 Drenaje

Construcción de 07 alcantarillas, Tipo Metálico TMC (2 de D=36" y 5 de D= 24"), con cabezales y aleros de concreto armado.

Construcción de 3 badenes de concreto simple A=4.00m y L=8.00m; con emboquillado de piedra en entrada y salida de 1 metro.

Construcción de 2,860.00 ml. de cunetas de tierra (0.75mx0.30m) de forma triangular.

4.6 Ubicación de Canteras

Cantera N° 01 Material de Ligante de Cerro 10% (sector Shampuyacu) ubicado a 12 km del inicio del tramo.

Cantera N° 02 Material Granular de Río 90%, proveniente de la cantera del Rio Naranjillo Sector Shampuyacu.

4.7 Fuentes de Agua

Las fuente de agua mas cercana se encuentra ubicada a 12 km del punto de inicio del tramo en estudio, del Rio Naranjillo en el mismo lugar donde se encuentra la cantera de material granular; estas fuentes serán utilizadas para regar el material seleccionado que se emplearán en la construcción de terraplenes, perfilado y compactación de la Sub-rasante, capa afirmado granular y para el preparado de los diferentes tipos de concreto, para la construcción de las obras de arte.

4.8 Botadero

Se ha ubicado el botadero, en la progresiva Km. 0+396 en el tramo San Miguel – Acceso Paraíso donde existen zonas de depresión, que en coordinación con el dueño de dicho terreno, permitirá acumular material de relleno (desmonte) en su propiedad.

V. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Análisis de Resultados

Las conclusiones de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos llevados a cabo en la investigación constituyen una parte de suma importancia.

5.1.1 Ensayos Preliminares

Se realizaron ensayos previos y mínimos de diseño geométrico, Los radios se han adoptado en función a la velocidad directriz y las condiciones topográficas del terreno, siendo necesario adoptar radios con longitudes iguales al mínimo excepcional.

La velocidad adoptada para la elaboración de la presente propuesta, es de 30 Km/h. La cual satisfacer a las necesidades del tráfico y se adopta al tipo de relieve del terreno de la zona.

La pendiente máxima está dentro del rango permisible y la mínima se adoptó debido a que el drenaje en estos tramos está garantizado.

La sección transversal corresponde al ancho mínimo, en la cual está incluida la superficie de rodadura, las bermas y el sobre ancho en las curvas.

La sección transversal corresponde al ancho mínimo, en la cual está incluida la superficie de rodadura, las bermas y el sobre ancho en las curvas.

La pendiente máxima está dentro del rango permisible y la mínima se adoptó debido a que el drenaje en estos tramos está garantizado.

5.1.2 Análisis Topográfico

El estudio topográfico a través de los planos de planta y perfil, resaltan radios excepcionales a lo largo del trazo del camino vecinal, condición que en este caso no se ajusta a lo establecido a los reglamentos, y están condicionado a las colindancias de predios y la renuencia de algunos moradores a ceder los derechos de vía, mas los cambios significativos se darán en los tramos donde se harán trabajos de mejoramiento. El Manual de Diseño de Caminos no Pavimentados de Volumen de Tránsito-2005 Lima, (pp 44), recomienda que los radios mínimos permitidos para caminos vecinales cuya velocidad directriz es de 20Km/h, como es el caso del presente estudio, es de 15 metros. Por otro lado los porcentajes de pendientes recomendados por el Manual es de 12%, el

estudio elaborado presenta a través de los diferentes planos que la pendiente máxima en el tramo más difícil es de 12.17%.

5.1.3 Análisis del Sistema de Drenaje

El área tributaria de las microcuencas adyacentes al eje de la vía consideradas para el cálculo de caudal de diseño no exceden las 6 has., por tanto se consideran cuencas pequeñas en tanto el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas, siendo éstas consideradas de dimensiones mínimas para lo cual el Manual de Diseño de Caminos no Pavimentados de Volumen de Tránsito-2005 Lima, indica en uno de sus párrafos que, el método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiado el uso del método de la fórmula racional para la determinación de los caudales. De los cálculos realizados en función del caudal del diseño obtenido se tiene que el diámetro de la alcantarilla, en todos los casos es menor a 36 pulgadas que es el diámetro mínimo comercial y cumple con las recomendaciones de altura para poder realizar trabajos de limpieza.

5.1.4 Ensayo de Mecánica de Suelos.

Las normas técnicas nacionales refieren que para efectos de realizar excavaciones de calicatas a cielo abierto, éstas se harán cada 500 metros, sin embargo considerando una exploración previa se ha identificado que la estratigrafía del suelo en el tramo intervenido es uniforme en todo su extensión, por lo que se optó por realizar calicatas cada kilómetro. Los suelos muestran valores de CBR al 95% de compactación de 8.66 a 11.52 en un material limo arcilloso, lo cual indica que el terreno donde se proyecta la subrasante del camino vecinal **San Miguel, Cordillera del Cóndor, Acceso Paraíso** son de REGULAR A BUENA, según la clasificación que muestra el MDCNPBVT, y se cita en el desarrollo del marco teórico. El cálculo del espesor del afirmado se determinó usando el grafico 2.3 por el método NAASRA, que está en función al valor del eje equivalente, que dio un resultado de 16.84cm lo que se contrastó con el grafico 2.4 para la determinación de revestimiento granular, que está en función al valor del CBR en la subrasante dando un valor de 21 cm. De material de afirmado. Uniformizando el espesor del afirmado en 20cm. Para todo el tramo.

5.1.5 Análisis del Estudio del Impacto Ambiental

La metodología para el desarrollo del estudio de impacto ambiental está basada en la

matriz de Leopold, al respecto PARDO, Mercedes (2002), pp. 138, refiere que la matriz no es propiamente un modelo para realizar estudios de impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios, así la matriz de Leopold, sólo tiene sentido cuando va acompañado de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control; en este contexto se estableció una estimación subjetiva del impacto sobre el medio ambiente, es decir si es positivo (+) o negativo (-) y por último se estableció la intensidad del impacto, asignando a estos valores: impacto débil (1), moderado (2) y fuerte (3). La suma de todos riesgos ambientales potenciales y los impactos positivos que genera la implementación de esta vía, tiene correspondencia exacta, lo que significa que los impactos negativos son mínimos y superables con la implementación de las recomendaciones del PAMA.

5.1 Contrastación de la Hipótesis

El hecho de haber planteado una solución sobre el camino existente nos lleva a la conclusión de ser la única alternativa debidamente estudiada, la cual cumple con todas las especificaciones técnicas para ser viable. En consecuencia, su ejecución facilitara contar con un camino en condiciones de transitabilidad, lo cual mejorara las condiciones de vida de los usuarios. Por tanto, **la hipótesis queda validada**, por cuanto el diseño geométrico y sistema de drenaje definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal referido, permitirá contar posteriormente con el expediente técnico para tramitar su financiamiento y que al ser ejecutado permitirá tener un camino en condiciones de transitabilidad y en consecuencia mejorará las condiciones socio-económicas de la población beneficiaria aledaña al proyecto.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) La problemática descrita en el planteamiento del problema, coincide plenamente con la versión de los actores directamente involucrados, como son los productores, a través de sus dirigentes y los transportistas que hacen ruta al sector **San Miguel, Cordillera del Cóndor, Acceso Paraíso**, en el sentido que es un camino vecinal que no ha tenido el debido mantenimiento exhibiendo actualmente un estado de transitabilidad limitado debido al desgaste de la plataforma de rodadura, la falta de obras de arte y sistemas de canalización de precipitaciones pluviales, que son en buena cuenta lo que por efectos de erosión y saturación conllevan al deterioro de la vía; además se encuentran pendientes máximas a las permisibles, por lo cual también se hace necesario proponer su mejoramiento mediante la elaboración de un estudio técnico definitivo.
- b) El estudio topográfico concluye entre otras, que las pendientes máximas que tendrá el trazo del camino vecinal **San Miguel, Cordillera del Cóndor, Acceso Paraíso**, será del 12%, parámetro considerado en las normas como cota máxima, mejorando significativamente las pendientes del trazo actual que exceden los valores permitidos.
- c) Los diámetros de todas las alcantarillas son menores a 36 pulgadas, valor obtenido al aplicar procedimientos de cálculos empíricos, recomendado por las normas cuando se trata de cuencas pequeñas, como este caso, en que las áreas tributarias de las microcuencas adyacentes al eje de la vía no exceden las 6 has y el tiempo de concentración de las aguas es igual o menor a 6 horas. No se utilizarán diámetros de alcantarilla según los resultados obtenidos, en la medida que éstos no son comerciales; contando sin embargo el de 36 pulgadas que es comercial y que al tener un diámetro mayor posibilita las labores de descolmataje.
- d) La estratigrafía del suelo en el tramo intervenido es uniforme en toda su extensión, por lo que se optó por realizar calicatas cada kilómetro y no cada 500 metros como recomienda la norma. El suelo es de un material limo arcilloso, lo cual indica que el terreno donde se proyecta la subrasante del camino vecinal **San Miguel, Cordillera del Cóndor, Acceso Paraíso** es de regular a buena, siendo el espesor del afirmado de

16.84 cm, y contrastado con otros cálculos da un valor de 21 cm de material de afirmado, uniformizando el espesor a 20 cm-

e) Los mayores impactos potenciales negativos, característicos en los proyectos de infraestructura vial, específicamente durante la construcción de Camino Vecinal, ocurren en todas las etapas del proceso constructivo, siendo de mayor relevancia aquellos que ocurrirán durante la etapa de construcción sobre los componentes Aire, Agua, Suelo, Pérdida de la Cobertura Vegetal, Fragmentación o Eliminación de Hábitats, Desplazamiento de Especies, que serían originados durante los trabajos de movimientos de tierras, Construcción de Afirmado, Circulación de la Maquinaria de Construcción, Explotación de Canteras, Uso de Depósito de Material Excedente. Estos impactos, deberán ser de Moderada Significancia; en consecuencia, la construcción del Camino Vecinal no afecta zonas Arqueológicas, áreas naturales protegidas por el Estado ni especies amenazadas.

f) La construcción del Camino **San Miguel, Cordillera del Cóndor, Acceso Paraíso** a, es ambientalmente viable, siempre que se implementen las especificaciones técnicas y los diseños que forman parte del Estudio de Ingeniería, incluyendo en toda su extensión las recomendaciones de los estudios geológico, geotécnico, hidrológico y el Plan de Manejo Ambiental.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda ejecutar las acciones establecidas e indicadas en el PMA de tal manera mitigar las alteraciones causadas durante los trabajos de construcción del Camino Vecinal, comprende las siguientes acciones: Programa de Educación Ambiental, Programa de Manejo de Canteras y DMEs, y Patio de Máquinas, Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Programa de Señalización Ambiental y Seguridad Vial, Programa de Seguimiento y/o Vigilancia, y programa de Reforestación.

Debe realizarse una supervisión permanente y constante, de tal manera que el Plan de Manejo Ambiental propuesto se cumpla.

En la rehabilitación del camino y obras de enrocado, así como en el perfilado de taludes de corte, se deberá utilizar al máximo el material propio, lo cual reducirá el volumen a explotarse de las canteras y por consiguiente un menor uso de áreas de disposición de material excedente.

La construcción y operación del proyecto debe realizarse en coordinación con las autoridades locales para evitar conflictos con los habitantes de los centros poblados que se encuentran al borde del camino.

VII. BIBLIOGRAFIA

7.1 Referencia Bibliográfica

[CAJ01] Céspedes, J, “Carreteras Diseño Moderno”, 1ra edición 2001.

[MTC05] Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC), “Manual Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito”.

[MTC01] Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC), “Manual del Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)”, Lima, 2001.

Alva, J E., Mecánica de Suelos. Editorial Centro de Estudiantes de Ingeniería Civil – UNI, Primera Edición, Lima – Perú.

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN, Plan Vial Participativo Departamental de San Martin, Moyobamba, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, Censos Nacionales 1,993 IX de Población IV de Vivienda Perfil Socio Demográfico N° 21, 2007, Lima Perú.

MARTÍNEZ, ALBERTO, Geología y Geotécnica de Moyobamba y Alrededores (Después del Terremoto del 19-6-68. UNI – FIC- Laboratorio De Geología, 1996.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, N° 305-2008-MTC/02, segunda edición, Lima – Perú, Abril 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, N° 303-2008-MTC/02, primera edición, Lima – Perú, Abril 2008.

NORMAS PERUANAS PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS, Editorial Ciencias, 1994 Lima Perú.

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG 2014, Dirección General de Caminos Ministerio de Transportes y Comunicaciones -2001

VIII. ANEXOS